

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



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
VENEZUELA

Núcleo Universitario Alberto Adriani

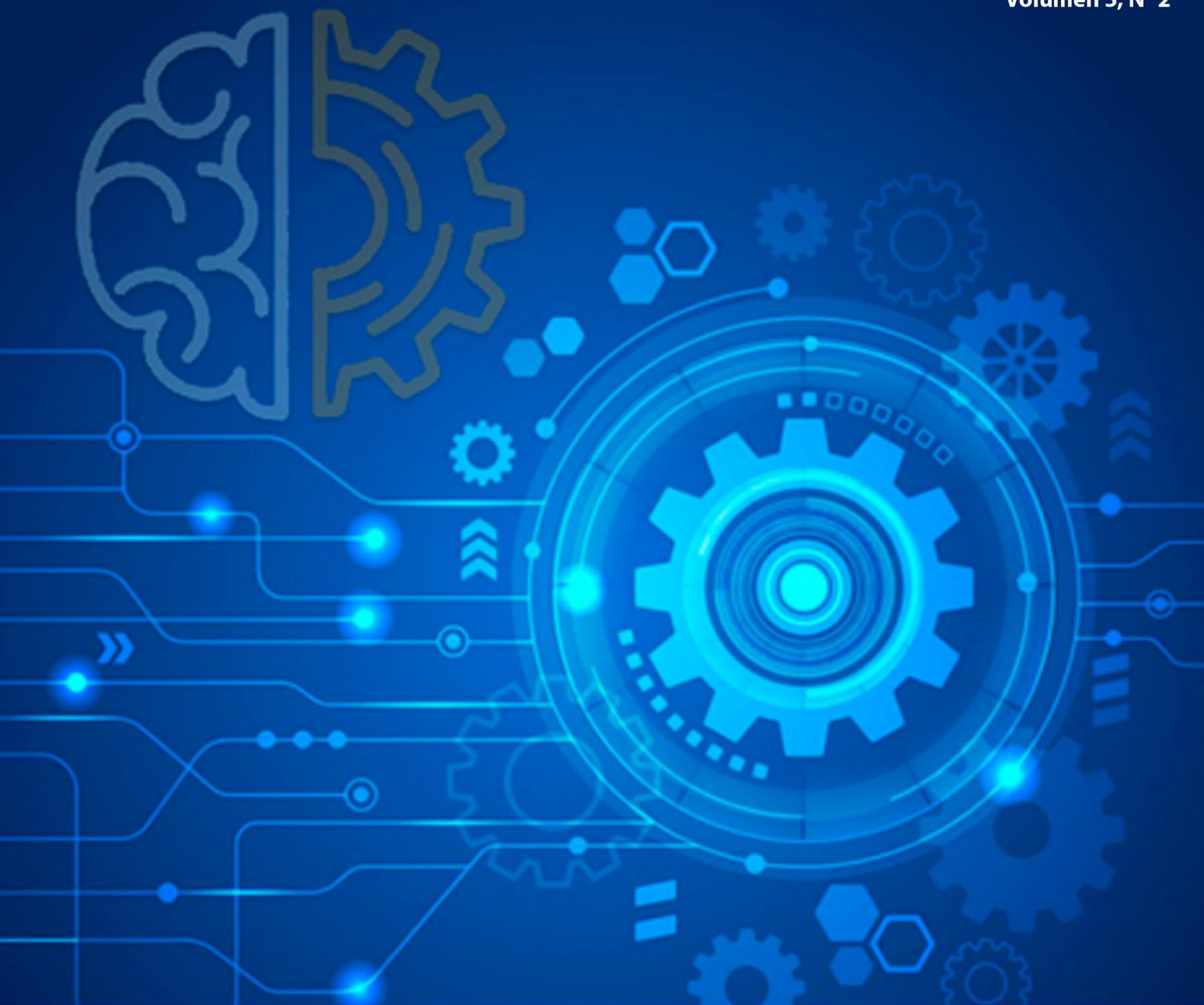


GIIIE

GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIO
EN INGENIERÍA Y EDUCACIÓN

Julio - Diciembre 2022

Volumen 5, N° 2



Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 5, N° 2, Julio - Diciembre 2022

RITE
RITE

RITE (Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa), es una publicación arbitrada e Indizada 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, el país y la comunidad científica.

RITE está indizada y acreditada en Revistas Venezolanas de Ciencias y Tecnologías (**REVENCYT: RVR093**).

RITE cuenta con la acreditación del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes. Universidad de los Andes-Venezuela (**CDCHTA-ULA**).

RITE, 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:** 02758817920/04140078283.

Contactos y Redes Sociales



Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 5, N° 2, Julio - Diciembre 2022

Comité Editorial

Comité Editorial

Editor Jefe

Dr. Domingo Alarcón

Editor Adjunto

Dra. Milagro Montilla

Comité Editorial

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

Comité de Arbitraje

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

Consejo de Redacción y/o Asesor

MSc. Sara Burgos

Diseño, Diagramación y Edición

MSc. Ingrid Suescun



Tabla de Contenido

Tabla de Contenido

PRESENTACIÓN

LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL, PERSPECTIVAS EN EL PROGRESO EDUCATIVO Y DESARROLLO DEL SUR DEL LAGO

Wilver Contreras Miranda

8

ARTÍCULOS

ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS II DURANTE LA PANDEMIA COVID-19

Francisco J. Araujo R., Yajaira G. Olivo C., Francisco J. Viloria M.

10

CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD HIGIÉNICA EN EL EVISCERADO DE GANADO BOVINO

Jaimel Salcedo

24

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO QUESERO (Kg queso/100Kg Leche) DEL QUESO BLANCO DURO EN FUNCIÓN A LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO (CaCl₂).

Jaimel Salcedo, Eliannet Muñoz, Erasmo Villalobos

30

REVISIONES:

NANOELECTROQUÍMICA EN NANOMEDICINA: UNA REVISIÓN

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

36

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 5, N° 2, Julio - Diciembre 2022

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido

ENSAYO

EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA: UN BREVE RECORRIDO HISTÓRICO
CONCEPTUAL

Pedro A. Certad Villarroel

63

NORMAS PARA LOS AUTORES

68

Index Index

PRESENTATION

INDUSTRIAL ECOLOGY, PERSPECTIVES WITHIN THE EDUCATIONAL
PROGRESS AND DEVELOPMENT OF THE SOUTHERN MARACAIBO LAKE
Wilver Contreras Miranda

8

ARTICLES

ANALYSIS OF THE TEACHING-LEARNING PROCESSES OF ELECTRICAL
CIRCUITS II DURING THE COVID-19 PANDEMIC
Francisco J. Araujo R., Yajaira G. Olivo C., Francisco J. Viloría M.

10

CALCULATION OF THE HYGIENIC EFFECTIVENESS IN THE EVISCERATION
OF BOVINE CATTLE
Jaimel Salcedo

24

CALCULATION OF CHEESE YIELD (Kg cheese/100Kg Milk) OF HARD WHITE
CHEESE DEPENDING ON THE ADDITION OF CALCIUM CHLORIDE (CaCl₂).
Jaimel Salcedo, Eliannet Muñoz, Erasmo Villalobos

30

REVIEWS:

NANOELECTROCHEMISTRY IN NANOMEDICINE: A REVIEW
Olga P Márquez, Elkis Weinhold, Keyla Márquez P, Jairo Márquez P

36

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)
Universidad de Los Andes,
Núcleo Universitario Alberto Adriani
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339
Volúmen 5, N° 2, Julio - Diciembre 2022

Index Index

ESSAY

EDUCATION AND PEDAGOGY: A BRIEF CONCEPTUAL HISTORICAL JOURNEY
Pedro A. Certad Villarroel

63

NORMS TO AUTHORS

68

Presentación

Presentación

LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL, PERSPECTIVAS EN EL PROGRESO EDUCATIVO Y DESARROLLO DEL SUR DEL LAGO

Wilver Contreras Miranda

Universidad de Los Andes

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

Mérida 5101, Venezuela e-mail: wilver@ula.ve

Mérida, estado y ciudad, por tradición tuvo su reconocimiento en la trilogía de la agricultura, la Iglesia y la Universidad de Los Andes; así lo expresa Carlos Chalbaud Zerpa en su Historia de Mérida (1997). Con la apertura del teleférico en 1960 y las vistas de contemplación del paisaje de alta montaña, cultura y disfrute del gentilicio emeritense, es cuando se torna como entidad turística.

Por su parte, el Sur del Lago de Maracaibo, franja territorial de la planicie aluvional entre el borde lacustre y el piedemonte andino, siendo conocida por la inclemencia de un medio tropical de inhóspitas selvas y ardiente temperatura, gente trabajadora y recia en carácter y lo agropecuario que ganó espacio a lo natural, que la ha convertido en tierra de desarrollo de pueblos que se han sobrepuesto a las adversidades articulados por la carretera Panamericana, donde la ciudad de El Vigía y su icónico puente Chama, es el centro urbano de servicios agropecuarios, industrial, educativos y bancarios, que entre otros, lidera con su aeropuerto internacional, el atractivo de ciudad –puerto terrestre de la región que involucra a los estados Zulia, Táchira, Mérida y Trujillo.

El proceso de consolidación del desarrollo del sur del lago se inicia con gran dinamismo desde la década de los años cincuenta, cuando, según Nieger Klaus (1992) en su libro “Cien años del club venezolano-alemán 1889/1989” dijo, que: Venezuela, un pueblo en el que se han dado cita para convivir mujeres y hombres de casi todas partes del mundo y que ha sabido asumirlos en su seno y transmitirles mucho de su tolerancia, su alegría de vivir, su espíritu abierto y fraternidad.

Los últimos tiempos han sido en contexto la mayor crisis socioeconómica de la historia republicana, que, entre muchas otras fortalezas, halla en el Núcleo Universitario “Alberto Adriani” de la emérita Universidad de Los Andes (ULA) y localizado en El Vigía, un funcionamiento que se sustenta en la supervivencia ética, moral y comprometida del espíritu ulandino y ciudadano de cada uno de sus académicos, administrativos, obreros y, su razón de existir, los estudiantes. Sigue siendo la Universidad el proyecto más significativo desarrollado en la región de Los Andes. Es claustro universitario vigiense en mengua, donde sus integrantes hacen vida bajo el ardiente clima y grandes restricciones presupuestarias con afectación ocasionada por la diáspora de profesores y alumnos; pero, brillan sobre la oscuridad del acecho de restringidos recursos financieros y un país desdibujado.

Su labor de formar juventudes adrianistas y del espacio sur lacustre, es histórica y digna de felicitar, ya que es realizada en el anterior contexto donde se transforma en vitrina expositiva de su saber, la prestigiosa Revista Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE), con la edición del volumen 5, número 2 del 2022, que involucran las Ciencias aplicadas, Ingeniería y Tecnología Educativa. Labor editorial que bajo su editor responsable, Dr. Domingo Alarcón y un extraordinario equipo editorial donde se encuentra la Profesora Keyla Márquez Pérez,

extienden sus exitosas alas de loros de plumaje azulado, sobre el escenario de la planicie aluvional y, bendecidos en su forja por el resplandor del Relámpago del Catatumbo cuando los atardeceres son de incertidumbre y perseverancia, la sapiencia que emana de cada página de la RITE, es forja que se sobre dimensiona vencedora sobre las adversidades.

Reconociendo las adversidades de tiempos actuales, la sociedad global y venezolana continúan en la senda de procurar establecer los principios del Desarrollo Sostenible y sus 17 Objetivos, que en razón de las pocas metas por cumplir definidas para el 2030, se perfilan buscar los horizontes de los años 2050. Por ello, con miras a disminuir los impactos ambientales negativos por lo antrópico, la ciencia tradicional de la Ecología, y las nuevas, la Ecología Urbana y la Ecología Industrial, entre otras, desde lo procedimental de todas las actividades socioproductivas urbanas y rurales, tienen herramientas metodológicas conducentes a alcanzar la sostenibilidad.

En lo específico, la Ecología Industrial se implementa de manera integral a partir de sus cuatro estrategias: Ecodiseño (Análisis de Ciclo de Vida y generación de productos industriales sostenibles); Ecoeficiencia (implementación de procesos y servicios industriales sostenibles); Polígonos Eco Industriales (PEI-espacios de transformación de productos industriales sostenibles, que sustituyen las otrora Zonas Industriales venezolanas, caso de la actualmente invadida de El Vigía); y la implementación del sistema de normas (gestión de la calidad, ambiente, salud y seguridad industrial).

La Ecología Industrial se involucra de manera directa e indirecta en todas las actividades agropecuarias, industriales, servicios diversos, construcción, movilidad, seguridad y comunicación, que, entre otras, se desenvuelven en el sur del lago. Región afectada por altos impactos de construcción de infraestructuras urbanas y rurales, ampliación de la frontera agrícola, deforestación, contaminación por aguas residuales, emisiones y residuos sólidos, luminiscencia o afectación del paisaje natural.

De ahí que en las diversas carreras que dicta el Núcleo Universitario “Alberto Adriani”, con las áreas que involucran desde las ingenierías civil, eléctrica, geológica, química, mecánica y sistemas, y la proyección del dictado de veterinaria y agronomía; deberían considerar la posibilidad de involucrar en sus pensum o mediante actividades de conferencias -talleres, el área temática de la Ecología Industrial; acción estratégica académica de los nuevos tiempos que involucra la sostenibilidad desde el Desarrollo Espiritual, Humano y Sostenible.

Como herramienta metodológica y tecnológica, la Ecología Industrial tiene en el Diseño Ambientalmente Integrado (dAI), propuesta original del presentador y de la Dra. Mary Elena Owen de Contreras, premiada por la Asociación de Proyectos de Ingeniería e Innovación de España en 2006; instrumentos del saber que pudieran llegar a encontrar en el Núcleo ulandino de El Vigía, la posibilidad de ampliar los horizontes de la ingeniería y ecoinnovación como aliados pedagógicos en sus áreas de competencia a fin de contribuir a desarrollar proyectos que amplificarían los horizontes de la investigación, emprendimientos y desarrollos que se sumarían a contribuir al establecimiento del Desarrollo Sostenible en el municipio adrianista y Sur del Lago de Maracaibo.

Es la tendencia de los tiempos que caracterizan el siglo XXI, acertando su accionar mayormente en el suelo fértil de la Comunidad de Países Europeos (CEE); siendo esperanza de la representación de lo posible en el compromiso global, por habitar en el planeta Tierra de manera armónica, respetuosa y justa entre los seres humanos, y éstos, en su relación con la naturaleza.

ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS II DURANTE LA PANDEMIA COVID-19

ANALYSIS OF THE TEACHING-LEARNING PROCESSES OF ELECTRICAL CIRCUITS II DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Francisco J. Araujo R.^{*1}, **Yajaira G. Olivo C.**², **Francisco J. Viloria M.**³.

¹Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela.

²CIDIAT, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

³Facultad de Ingeniería, Departamento de Circuitos y Medidas, Universidad de Los Andes Mérida – 5101 – Venezuela; e-mailaraujoru@ula.ve

Recibido: 23-08-2022

Aceptado: 01-09-2022

Resumen

El modelo educativo de la Universidad de Los Andes plantea la incorporación progresiva de las TIC en las diversas Unidades Curriculares, no obstante, la llegada de la pandemia Sars-COVID19 propició la adopción abrupta del modelo virtual en todos los niveles educativos. El personal docente del Departamento de Circuitos y Medidas se abocó al compromiso de asumir el rol de tutores virtuales, y en el presente artículo, se detalla la experiencia de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, dictada bajo las modalidades presencial, virtual y semipresencial, durante los períodos I-2019, U-2019, E-2021, I-2021 y A-2022. Se realiza un análisis cuantitativo de las calificaciones obtenidas por una muestra de cincuenta y cinco (55) estudiantes, y un análisis cualitativo a partir de los resultados de una encuesta aplicada sobre los estudiantes, que recopila sus percepciones sobre el desarrollo de la Unidad Curricular, el método empleado y el desempeño del profesor en el nuevo rol multitarea que exige la educación virtual, así como de las dificultades encontradas que pudieran incidir sobre el rendimiento académico de cada participante. Los mejores rendimientos académicos se obtuvieron bajo la modalidad virtual con consulta presencial en el período I-2021, donde la carga académica asumida por los estudiantes fue menor.

Palabras clave: B-learning, educación virtual, COVID-19, Escuela de Ingeniería Eléctrica, procesos de enseñanza- aprendizaje.

Araujo R. Francisco J.: Ingeniero Electricista, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela, Profesor en la Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Teléfono: +58 426-6294656, Email: araujoru@ula.ve.

Olivo C. Yajaira: Ingeniero Químico, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela; Maestría en Gerencia Ambiental, UNEFA, Mérida, Venezuela; Maestría en Planificación y Desarrollo de los Recursos Aguas y Tierras, CIDIAT ULA, Mérida, Venezuela, Personal Docente CIDIAT, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Teléfono: +58 416 66511283. Email: : olivocyajaira@ula.ve.

Viloria M. Francisco: Ingeniero Electricista, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela; Maestría en Automatización e Instrumentación, ULA, Mérida, Venezuela. Profesor del Departamento de Circuitos y Medidas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Teléfono: +58 274 2402903. Email: fviloria@ula.ve

Abstract

The educational model of the Universidad de Los Andes proposes the progressive incorporation of ICT in the various curricular units, however, the arrival of the Sars-COVID19 pandemic led to the abrupt adoption of the virtual model at all educational levels. The teaching staff of the Department of Circuits and Measurements committed to assuming the role of virtual tutors, and in this article, the experience of the Electric Circuits II subject is detailed, given under face-to-face, virtual and semi-face-to-face modalities, during the periods I-2019, U-2019, E-2021, I-2021 and A-2022. A quantitative analysis of the grades obtained by a sample of fifty-five (55) students is carried out, and a qualitative analysis based on the results of a survey applied to the students, which collects their perceptions about the development of the curricular unit, the method used and the performance of the teacher in the new multitasking role that virtual education requires, as well as the difficulties encountered that could affect the academic performance of each participant. The best academic performance was obtained under the virtual modality with face-to-face consultation in the I-2021 period, where the academic load assumed by the students was lower.

Key words: B-learning, virtual education, COVID-19, Electrical Engineering, teaching and learning processes.

Introducción

La Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Los Andes tiene más de cinco décadas formando profesionales integrales que puedan desempeñarse de manera “creativa, innovadora, reflexiva, ética y con valores en la planificación, diseño, ejecución, prueba, operación y mantenimiento de sistemas y equipos de generación, transmisión, distribución, comercialización y utilización de la energía eléctrica, considerando aportes científicos, técnicos, socioeconómicos y ambientales”.¹

Como parte fundamental de la formación del Ingeniero Electricista, se encuentra el conocimiento y dominio de la teoría de circuitos eléctricos, a fin de lograr que el estudiante domine procedimientos modernos para analizar un circuito eléctrico, amplíe la forma de definirlo y generalice el concepto del funcionamiento de los elementos en circuitos eléctricos. Es por ello que, la Comisión Curricular encargada del Rediseño de la carrera Ingeniería Eléctrica con salida intermedia de Técnico Superior Universitario en Electricidad², definió las competencias que el estudiante debe adquirir durante su paso por la carrera, y que buscan ser desarrolladas en función de las cuatro líneas del Modelo Educativo de la Universidad de Los Andes³: la formación integral; la formación basada en competencias; el proceso educativo centrado en el aprendizaje significativo del estudiante; y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La llegada del COVID-19 al país, con el consecuente confinamiento y suspensión de las actividades presenciales, obligó a una abrupta adopción de la modalidad de educación virtual en todos los niveles educativos, y con ello, a la transformación de los roles docente-estudiante a facilitador-educando, propiciando en éste un desempeño más participativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Ahora bien, se debe considerar la situación país como parte del contexto necesario para entender las limitaciones en la aplicación de

estas nuevas modalidades, ya que introduce variables clave que condicionan su éxito, como el acceso a los recursos tecnológicos; estabilidad en los servicios públicos; acceso a bibliografía especializada; solvencia económica; carga académica asumida por el estudiante y desarrollo de métodos de estudio apropiados.

Con base en estas premisas, se presenta el análisis cuantitativo de las calificaciones obtenidas en la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, por una muestra de cincuenta y cinco (55) estudiantes durante los períodos I-2019, U-2019, E-2021, I-2021 y A-2022, dictada bajo las modalidades presencial, virtual y semi-presencial; a través de la comparación de los parámetros de estadística descriptiva; y un análisis cualitativo a partir de los resultados de una encuesta aplicada sobre una muestra de veinticuatro (24) estudiantes, que recopila sus percepciones sobre el desarrollo de la Unidad Curricular, el método empleado y el desempeño del profesor en el nuevo rol multitarea que exige la educación virtual, así como de las dificultades encontradas que pudieran incidir sobre el rendimiento académico de cada participante.

Marco teórico

El Ingeniero Electricista de la ULA

Como parte fundamental de la formación del Ingeniero Electricista, se encuentra el conocimiento y dominio de la teoría de circuitos eléctricos, a fin de lograr que el estudiante domine procedimientos modernos para analizar un circuito eléctrico, amplíe la forma de definirlo y generalice el concepto del funcionamiento de los elementos en circuitos eléctricos. Para ello, el estudiante debe desarrollar competencias asociadas al diseño, simulación, montaje y realización de pruebas de los prototipos y sistemas, así como el diseño, ejecución y evaluación de proyectos de instalaciones eléctricas, sistemas de distribución, subestaciones y líneas de transmisión de potencia eléctrica y sus respectivos planes de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar un funcionamiento eficiente y su conservación².

La educación presencial, a distancia, virtual y semipresencial

En Venezuela, hasta el año 1997, sólo se hablaba de dos modalidades de educación: presencial y a distancia. Azuaje⁴ las define como:

La modalidad presencial es aquella donde el proceso de enseñanza-aprendizaje entre los estudiantes y el docente se da en el mismo espacio y tiempo. En esta modalidad por lo general el estudiante es el receptor de la información y el profesor dicta clases magistrales.

La modalidad educación a distancia es aquella donde el instructor y el aprendiz no están físicamente en el mismo lugar. Es cualquier forma de estudio que no se encuentre bajo la supervisión continua o inmediata de tutores, pero que no obstante cuenta con la orientación planificación e instrucción de una organización de asistencia educativa. En la enseñanza a distancia existe un gran componente de aprendizaje independiente o autónomo y, por tanto, depende en gran medida del diseño didáctico del material que debe sustituir a la interactividad entre estudiante y profesor en la enseñanza normal cara a cara.

Con la aparición y extensión de las TIC, surgió la modalidad de la educación virtual o modalidad virtual (e-learning), definida como

aquella modalidad donde el proceso de enseñanza – aprendizaje se imparte totalmente a través de redes y computadores, no existe instancias presenciales. La entrega de los contenidos se da en formato electrónico, se realizan actividades donde se desarrolla el trabajo colaborativo a través de comunicaciones sincrónicas y asíncronas. Cada estudiante desarrolla estas actividades de acuerdo con su disponibilidad de tiempo.⁴

Y, como combinación de estas modalidades, está la modalidad mixta o semipresencial, conocida también como bimodal o blended learning o B-learning, que es donde existen tanto encuentros presenciales como virtuales a través del uso de las TIC o medios electrónicos.

Los modelos de educación superior

Estrada y Pinto⁵, señalan que

La mayoría de los modelos educativos para la educación superior declaran propender por una formación integral, sin embargo, algunos de estos modelos centran la atención del proceso formativo en el crecimiento económico de las personas y no en su crecimiento social e individual para aportar a la construcción de una sociedad más justa.

En este sentido, la noción de formación integral se centra en la educación de sujetos individuales y colectivos con capacidad para transformar la sociedad de forma acertada; para esto, “se vincula a esta noción el desarrollo de competencias simples y complejas que dinamizan los conocimientos frente a las problemáticas de la realidad social, desde una postura crítica-reflexiva, que de sentido a la formación”⁵.

De hecho, el modelo educativo de la Universidad de Los Andes³ tiene como propósito principal “Orientar el quehacer universitario y dirigir las acciones educativas de la Universidad de Los Andes hacia la formación integral y armónica de sus estudiantes en lo profesional, intelectual, humano y social”; para lo cual se articula en las siguientes líneas: Formación integral; Formación basada en competencias; Proceso educativo centrado en el aprendizaje significativo del estudiante y Uso de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En torno al uso de las TIC, en el año 2012, el modelo educativo de la ULA³ ya establecía la incorporación progresiva de estas tecnologías en las diversas unidades

curriculares,

por ser un apoyo importante a los procesos educativos, que facilitan la docencia, la investigación y la extensión; desarrollan en los estudiantes competencias genéricas relacionadas con la utilización de las TIC como fuentes de información y herramientas para el desarrollo de la investigación; promueven mayores niveles de autonomía en el aprendizaje de los estudiantes y permiten desarrollar entornos educativos de aprendizaje integrados, que facilitan la comunicación e interacción entre los actores del proceso educativo y los contenidos.

Sin embargo, esta incorporación progresiva no había ocurrido en el año 2019, cuando por efecto de la pandemia del COVID-19, se propició el confinamiento y la suspensión de las actividades presenciales, generando una abrupta adopción del modelo virtual en todos los niveles educativos.

Características de los roles en la educación virtual

El docente pasa al rol de tutor virtual, y requiere “de una serie de habilidades y cualidades para cumplir con su función: ...habilidades especiales para preparar y presentar un programa de estudios interactivo y participativo de verdad, así como para facilitar y gestionar la participación”⁶. Así, el tutor virtual debe cumplir con las siguientes funciones básicas, según diversos autores:

- Función académica/pedagógica: que, a su vez, integra cuatro funciones: diagnóstica, informativa, guía los procesos de aprendizaje y de evaluación. En este sentido, el tutor es un facilitador que contribuye con el conocimiento, y lo incorpora en cada una de las funciones descritas.
- Función técnica: el tutor debe garantizar que el estudiante sea capaz de adquirir dominio sobre las herramientas disponibles.
- Función orientadora: como eje de las tutorías, pues el tutor focaliza la discusión

en puntos críticos, hace las preguntas y responde a las contribuciones de los participantes, le da coherencia a la discusión, sintetiza los puntos destacando los temas emergentes.

- Función social: necesita habilidades para crear una atmósfera de colaboración que permita generar una comunidad de aprendizaje, y lograr la consecución de los objetivos de aprendizaje.

Entretanto, el rol del estudiante está marcado por el “trabajo autónomo”, que, según Fernández, Rodríguez y Fernández⁷ busca la independencia cognoscitiva del estudiantado, a través de la aplicación de métodos de autocontrol del proceso del desarrollo del trabajo y análisis de sus resultados, fomentando el tratamiento crítico de los materiales de estudio y desarrollando su creatividad.

Partiendo de estas consideraciones, se tiene que el modelo de educación virtual “permite mayor flexibilización en cuanto al manejo de los tiempos, espacios, distancias, y brinda mayores y mejores oportunidades de aprendizaje a las comunidades educativas”⁸. Sin embargo, requiere del desarrollo de condiciones tanto materiales (equipos, conectividad) como de competencias digitales por parte de todos los actores (facilitador y educando). Estas condiciones generan desigualdades que se han acentuado con la pandemia del COVID-19 confluyendo con el agravamiento de la crisis económica nacional y de los servicios públicos.

Cabrera⁹ señala que “la enseñanza telemática online actual, sin discutir sus bondades y apoyo para los procesos de aprendizaje, incrementa las desigualdades educativas del alumnado”. Y, del mismo modo, CEPAL-UNESCO¹⁰, reconoce el incremento de las brechas en relación al acceso a la información y conocimiento, socialización e inclusión que conlleva la educación virtual.

Para el caso de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, el diseño del curso se ha adaptado a las exigencias del modelo a

emplear, dando preeminencia al B-learning, empleando las tecnologías disponibles: Aula Virtual por la plataforma de Google Classroom; Espacios de Encuentro como Google Meet; y uso de aplicaciones como WhatsApp y Telegram; así como las consultas presenciales bajo estrictas medidas de bioseguridad.

Integrando el binomio profesor-estudiante al modelo virtual y adaptación a los nuevos roles de facilitador-educando

Los principios o supuestos psicodidácticos expuestos por Area, Sanabria y González¹¹ y García¹², resume lo que se ha planteado con la incorporación de las diversas modalidades para el dictado de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, pues se busca:

- El desarrollo de un proceso autónomo por parte del estudiante a partir de distintas tareas/actividades propuestas con sus correspondientes orientaciones de trabajo.
- La flexibilidad en el horario de estudio y tiempo de dedicación a la materia, y, posteriormente, la combinación de actividades de tipo presencial con otras virtuales.
- Que el estudiante tenga a su disposición distintos tipos de materiales didácticos en formatos diversos, con especial mención de los videos y guías de trabajo producidos por el profesor de la Unidad Curricular.
- Que el estudiante sea capaz de reflexionar críticamente y buscar soluciones a los problemas/tópicos planteados.
- Que la labor y papel del profesor no consistiera en la transmisión expositiva de los contenidos, sino en la elaboración de materiales didácticos, en la supervisión y atención personalizada (tutoría) a los estudiantes, así como en la evaluación de las tareas llevadas a cabo por éstos.
- El desarrollo de competencias y habilidades en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC), basadas en la argumentación, negociación,

trabajo en equipo y autorregulación; y de las tecnologías para el empoderamiento y la participación (TEP), relacionadas con la redefinición de las actitudes, competencias y tareas del profesor.

- El fomento de la participación, debate e intercambio de ideas entre estudiantes y el profesor a través de espacios virtuales, como foros en el aula virtual, tableros de noticias y grupos de WhatsApp.

Y, desde la perspectiva del educando...

En cuanto a los resultados de la modalidad blended, la investigación empírica ha encontrado que esta tiene buena recepción por parte de los estudiantes, pues la mayoría de ellos reportan sentirse satisfechos con la misma¹³. A partir de los resultados hallados por Larson y Chung-Hsien¹⁴, citados por Dasso y Evaristo¹³, se tiene que los estudiantes bajo modalidades semipresencial y virtual aumentan su interés por la materia, su pensamiento crítico y el nivel de esfuerzo para la consecución de los objetivos de aprendizaje. Asimismo, consideran la herramienta foros virtuales, como un elemento importante en la modalidad virtual, ya que se convierte en un espacio de discusión que promueve una mayor participación.

Por otra parte, en cuanto a los resultados de aprendizaje, estas mismas autoras¹³ indican que, los estudios empíricos también han encontrado buena evidencia para respaldar la implementación de la modalidad semipresencial, pues los estudiantes obtienen notas similares o mejores que sus pares de la modalidad tradicional.

Sin embargo, debemos considerar la situación país, como parte del contexto necesario para entender las limitaciones en la aplicación del modelo b-learning

La Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2019 – 2020 (Encovi)¹⁵, desarrollada por el Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) señala que debido a la contracción económica que sufrió el país en el último quinquenio, más del 44% de

la población económicamente activa (en edad productiva, entre 15 y 64 años), se encuentra, precisamente, inactiva; y que la migración de compatriotas desde el año 2015 se situó en más de 5,5 millones de venezolanos, siendo el 90%, jóvenes entre 15 y 49 años de edad, cuya principal razón de emigrar es la de buscar empleo en otro país (86%). Asimismo, la tasa en el cambio de ocupación de empleado/obrero en el sector público, en el que se incluyen los profesores universitarios, reportó una caída desde 35,8% en el año 2014 hasta 20,2% en el año 2021.

La Universidad de Los Andes no escapó a esta situación, y en ese sentido, aunque no se tengan cifras oficiales de la diáspora de personal docente, en el año 2017, el Secretario de la ULA, indica que para el año 2016 se registró al menos un 50% de deserción profesoral.

Asimismo, el Director de la Dirección de Asuntos Profesorales (DAP), afirmó que durante los primeros 9 meses del año 2017, había renunciado 80 profesores, la mayoría en los escalafones Asociados o Titulares¹⁶. Esta situación contribuye, sin lugar a dudas, al crecimiento de las brechas de acceso al conocimiento que actualmente enfrentan los estudiantes universitarios de nuestro país.

Metodología

El presente artículo es resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de las calificaciones obtenidas por una muestra de cincuenta y cinco (55) estudiantes que han cursado la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, ubicada en el quinto semestre del pensum vigente de la carrera Ingeniería Eléctrica, durante los períodos pre y post-pandemia, para lo cual ha sido necesario, en principio, identificar los objetivos, competencias y contenidos de la Unidad Curricular en cuestión.

Seguidamente, se realizó la categorización de las calificaciones obtenidas, dejando como unidad de análisis sólo los estudiantes que permanecieron hasta el final de cada curso, descartando aquéllos que aparecen como ausentes o retiraron la materia. Sobre estas

calificaciones se calcularon los parámetros estadísticos que describen cada distribución (por periodo) y se obtuvieron las tablas y gráficos de cajas y bigote empleados para llevar a cabo la comparación en la línea de tiempo seleccionada, lo que se corresponde con el análisis cuantitativo.

Para el análisis cualitativo se diseñó un instrumento de recolección de datos (encuesta) aplicado sobre los veinticuatro (24) estudiantes que cursaron la Unidad Curricular durante los periodos I-2021 y A-2022, a fin de recopilar sus percepciones sobre el desarrollo de la Unidad Curricular, el método empleado y el desempeño del profesor en el nuevo rol multitarea que exige la educación virtual, así como de las dificultades encontradas que pudieran incidir sobre el rendimiento académico de cada participante.

Resultados

En el primer trimestre del año 2020, la Escuela de Ingeniería Eléctrica se encontraba desarrollando el período académico U-2019, bajo la modalidad presencial como esquema tradicional de llevar a cabo los procesos de enseñanza-aprendizaje, y en el que los estudiantes cursaban entre tres (03) y seis (06) materias, en la medida de sus capacidades.

Este período académico se vio dilatado y extemporáneo debido a la creciente crisis que asediaba la economía familiar, local, regional y nacional, provocando una severa deserción estudiantil y una caída abrupta en los promedios generales de calificaciones, como se observa en la Tabla 1.

El 13 de marzo de ese mismo año, se publica el Decreto Presidencial N° 4.16017 mediante el cual se declara el estado de alarma para atender la emergencia sanitaria del coronavirus (COVID-19), situación que se prolongó por más de dos años, con variaciones en el método de confinamiento en función del comportamiento de la pandemia en el territorio nacional.

Esta situación sostenida alteró de manera significativa el desenvolvimiento normal

en todos los sectores del país, siendo el sector educación en todos sus niveles, el que experimentó mayores y aceleradas transformaciones, exigiendo una adaptación disruptiva hacia el modelo de educación virtual.

Luego de un período de latencia de más de veinte meses, la Escuela de Ingeniería Eléctrica emprende el período académico especial E-2021, en el cual los estudiantes cursaron un máximo de dos (02) Unidades Curriculares, convirtiéndose en el primer experimento completo de aplicación de la virtualidad por parte de docentes y estudiantes, así como de jefes de Departamento, Dirección de la Escuela y personal administrativo.

En este sentido, con la visión puesta en la adopción del nuevo modelo educativo, en la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, se realizó la producción de contenidos audiovisuales (videos), la curaduría de contenidos (guías de estudio) y la selección de materiales complementarios (videos y bibliografía de apoyo). Así, el docente asumió los roles de facilitador, moderador de espacios de encuentro, tutor de uso del software y evaluador de competencias, trascendiendo el modelo conductista tradicional del aula de clases presenciales hacia el modelo constructivista y cooperativo del aula virtual, en integración a la consulta personalizada a distancia.

El período académico I-2021 se llevó a cabo introduciendo una variación en el método virtual, ya que se incluyen los espacios presenciales para realización de consultas a los profesores por parte de los estudiantes bajo estrictas medidas de bioseguridad, y, que después de un primer momento de virtualidad plena, se asumen en sus nuevos roles de facilitador y educando, capitalizando así, la experiencia docente en el ámbito virtual. Durante este período intensivo, los estudiantes podían cursar un máximo de dos (02) Unidades Curriculares.

Luego, el período académico A-2022 transcurre en medio del levantamiento del estado de emergencia y sus variaciones, por lo que se lleva a cabo de manera

Semipresencial, considerando los aciertos y fallos que se han podido presentar en los períodos anteriores. En este período, los estudiantes tenían permitido inscribir y cursar hasta un máximo promedio de seis (06) Unidades Curriculares, tal como ocurría bajo el modelo tradicional.

El presente estudio compara los resultados obtenidos (calificación final) de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II en los períodos previos y posteriores a la pandemia del COVID-19, en el que operaron una serie de variables que influyeron de manera significativa y que se resumen a continuación.

En la Tabla 1 se presentan las calificaciones ordenadas de menor a mayor, obtenidas por los estudiantes en la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, durante el período previo a la pandemia del COVID-19, que se corresponde con el I-2019 (Intensivo 2019) como punto de partida y U-2019 (Semestre Único 2019); y posteriores a la misma, correspondientes a E-2021 (Semestre Especial 2021), I-2021 (Intensivo 2021) y A-2022 (Semestre A 2022).

Tabla 1. Registro de calificaciones de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II.

N° de Estudiantes	I-2019 Presencial	U-2019 Presencial	E-2021 Virtual	I-2021 Virtual / Consulta Presencial	A-2022 Semi-presencial
1	8	3	8	11	2
2	8	3	8	11	5
3	8	5	10	11	5
4	10	6	10	11	10
5	10	6	11	12	10
6	10	8	11	12	10
7	10	12	12	12	10
8	11	13	16	14	10
9	11			14	13
10	12			16	15
11	12			17	16
12	12			17	16
13	14				
14	16				
15	16				

Fuente: Araujo, 2022.

En esta Tabla 1 se puede observar que el mayor número de estudiantes concurre cuando el período académico tiene el componente de presencialidad asociado a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, al realizar el análisis estadístico básico se obtiene la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis estadístico básico de las calificaciones de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II.

Parámetros estadísticos de análisis	I-2019 Presencial	U-2019 Presencial	E-2021 Virtual	I-2021 Virtual/ Consulta Presencial	A-2022 Semi- presencial
Media	11,20	7,00	10,50	13,17	10,17
Error típico	0,683325	1,338308	1,036098	0,883500	1,290018
Mediana	11	6	10,5	12	10
Moda	10	6	11	11	10
Desviación estándar	2,589047	3,779845	2,927700	2,387712	4,488747
Varianza de la muestra	6,6	14,285714	8,571429	5,608081	19,98970
Curtosis	-0,118215	-0,780840	1,491000	-1,070270	-0,668412
Coefficiente de asimetría	0,677784	0,719844	0,478191	0,748813	-0,361930
Rango	8	10	10	6	14
Mínimo	8	3	6	11	2
Máximo	16	13	16	17	16
Suma	168	56	84	168	122
Cuenta	15	8	8	12	12
Nivel de confianza(95,0%)	1,42288	3,15988	2,44782	1,50437	2,83931

Fuente: Araujo, Olivo y Vilorio. 2022.

En este sentido, se puede observar que el promedio del curso presentó su valor más bajo en el período U-2019, asociado al menor número de participantes y a la alta deserción estudiantil producida por las razones ya expuestas. En el otro extremo, el mejor comportamiento del promedio del curso, además de un 100% de estudiantes aprobados, ocurrió durante el período I-2021, que incluyó la Consulta Presencial de tipo personalizado, luego de que los estudiantes hubieran revisado los contenidos preparados por el docente en el Aula Virtual, notándose una mayor consolidación de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Otro factor que influyó sobre el promedio del curso es, sin duda, la carga académica que los estudiantes asumieron, pues, al comparar las condiciones similares de semi-presencialidad (períodos I-2021 y A-2022), se tiene que el promedio del I-2021 (máximo 02 Unidades Curriculares) es sensiblemente superior al A-2022 (entre 02 y 06 Unidades Curriculares).

Consecuentemente, como era de esperarse, la mediana también resulta ser la más alta en el período I-2021 y la más baja en el U-2019. Debido a los valores extremos reportados durante el periodo A-2022 (con un rango de 14 puntos), la desviación estándar y la varianza resultan las más elevadas; entretanto, en el periodo I-2021, donde se obtuvieron los mejores resultados, la variabilidad expresada en estos dos parámetros es la menor, en comparación con los demás períodos académicos.

En torno a esta variabilidad de las calificaciones, se observa que, el periodo I-2019 (base o punto de partida) existe una concentración con tendencia normal de los valores en torno a su media, es decir, podría decirse que la distribución de las calificaciones atiende a un comportamiento mesocúrtico; entretanto, para los periodos U-2019, I-2021 y A-2022, la distribución de las calificaciones presentan un comportamiento platicúrtico, pues existe una baja concentración de los valores en torno a su media; caso contrario al periodo E-2021 con distribución leptocúrtica, es decir, los valores están más concentrados alrededor de su media. Estos comportamientos pueden observarse en la Figura 1.

La asimetría mostrada en cada uno de los períodos en estudio, indica que antes y durante la pandemia del COVID-19, ésta resulta positiva para el I-2019, el U-2019, el E-2021 y el I-2021, haciendo que la distribución presente una cola derecha, representada por un bigote extendido en la parte superior de las cajas de la Figura 1; mientras que para el periodo A-2022, la asimetría negativa se debe a que el 66,7% de las calificaciones se encuentran por debajo del promedio, generando la cola que se observa en la Figura 1.

La Figura 1 proporciona un resumen visual de los datos, permitiendo identificar rápida y fácilmente los valores medios, así como la dispersión del conjunto de datos, incluidos los signos de asimetría, calculados en la Tabla 1. Se observa la forma de las distribuciones de los datos según los periodos considerados, y el cómo se dispersan los mismos alrededor

de la media, tal como se analizó a partir de la Tabla 1.

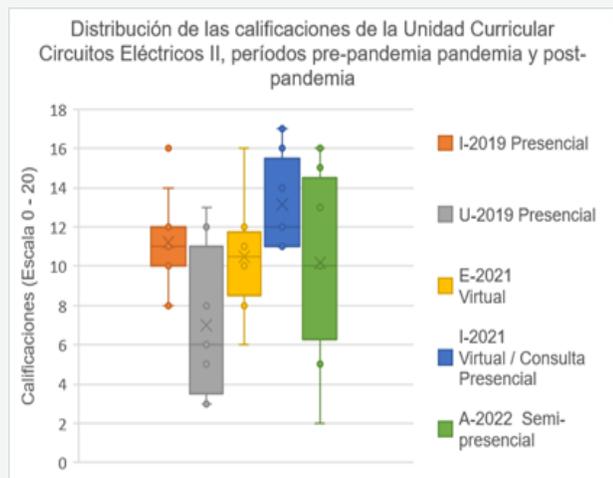


Figura 1. Distribución de las calificaciones de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, periodos pre-pandemia, pandemia y post-pandemia. Fuente: Araujo, Olivo y Vilorio, 2022

Para conocer la opinión del estudiantado en torno al desarrollo de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II bajo la modalidad virtual con aplicación de consultas presenciales (periodo I-2021) y modalidad semipresencial (periodo A-2022), se ha aplicado una encuesta sobre una muestra de veinticuatro (24) estudiantes vía formulario virtual a través de la herramienta Google Forms. Este instrumento consta de veinte ítems, de los cuales catorce son de respuestas múltiples y seis de respuesta abierta. Las dimensiones a evaluar, así como los indicadores y los ítems del cuestionario, se presentan a continuación:

Tabla 3. Dimensiones e indicadores del instrumento aplicado sobre los estudiantes del periodo I-2021.

Dimensión	Indicador	Ítem
Mejoramiento de la actitud hacia el aprendizaje a través de la vía virtual	Motivación al logro	3, 20
	Aprendizaje colaborativo	15
	Percepción sobre la modalidad virtual	1,11,16,17
Incidencia de las consultas presenciales sobre el rendimiento académico	Incidencia sobre el rendimiento académico	6
	Necesidad de consultas presenciales	12
Desempeño del profesor	Atención	7
	Desempeño docente	19
Dificultades	Dificultades presentadas	8, 9

Fuente: Araujo, 2021.

En la primera dimensión, relacionada con el mejoramiento de la actitud de los estudiantes hacia los procesos de enseñanza-aprendizaje bajo la modalidad virtual, se evaluaron los indicadores “Motivación al logro”, “Aprendizaje colaborativo” y “Percepción del estudiante sobre la modalidad virtual”. Se utilizaron las respuestas múltiples, algunas con escala tipo Likert. A continuación, se presentan los resultados.

Tablas 4.a, 4.b y 4.c: Evaluación de la dimensión “Mejoramiento de la actitud hacia el aprendizaje a través de la vía virtual”.

Tabla 4.a: Motivación al logro

Indicador	Ítem	Respuestas	%
Motivación al logro	3. Lograste complementar los contenidos tratados en la asignatura a través de:	Consulta de libros en formatos físico y digital	66,67%
		Consultando con tus compañeros	16,67%
		No recurrí a ninguna otra fuente de información, sólo utilicé los videos y el material adicional enviado por el profesor	16,67%
20. ¿Crees que diste tu mejor esfuerzo para aprobar la asignatura?	Sí lo hice	66,67%	
	Pude haber dado más	33,33%	

Fuente: Araujo, 2021.

Tabla 4.b: Aprendizaje colaborativo

Indicador	Ítem	Respuestas	%
Aprendizaje colaborativo	15. Durante las evaluaciones, ¿realizaste algún tipo de consulta con tus compañeros para aclarar alguna duda?	Algunas veces	83,30%
		Nunca	16,67%

Fuente: Araujo, 2021.

Tabla 4.c: Percepción sobre la modalidad virtual.

Indicador	Ítem	Respuestas	%	
Percepción sobre la modalidad virtual	1. Los videos de las clases te permitieron entender los contenidos presentados	Siempre	83,30%	
		Casi Siempre	16,67%	
Percepción sobre la modalidad virtual	11. ¿Crees que la educación a distancia tiene viabilidad, tras la experiencia de este semestre?	Sí	100,00%	
		16. De forma general, ¿Cómo ha sido tu experiencia con las clases virtuales para esta asignatura?	Excelente, mi conocimiento en torno a los contenidos se encuentra consolidado.	25,00%
			Buena, logré comprender los contenidos de la asignatura	75,00%
Percepción sobre la modalidad virtual	17. Desde un punto de vista académico, tu experiencia durante este semestre fue:	Muy Buena	16,67%	
		Buena	83,30%	

Fuente: Araujo, 2021.

A través de estos resultados, se observa que los estudiantes mostraron una alta disposición hacia la investigación (66,67%) y la capacidad de autoevaluarse, así como una mayor integración como grupo a través del aprendizaje colaborativo (83,3%); finalmente, debido a lo que consideran como una buena a muy buena o excelente

experiencia (100%), asumen la completa viabilidad de la modalidad virtual para el curso de Circuitos Eléctricos II.

Esta buena experiencia tiene, en parte, su asidero en la realización de consultas presenciales, ya que, al analizar la segunda dimensión (Tabla 5), se tiene que del 66,6% de estudiantes que asistieron a las consultas presenciales, el 58,33% considera que éstas incidieron sobre su rendimiento académico. No obstante, el 83,3% reconoce que la realización de consultas presenciales es una actividad necesaria dentro del modelo virtual.

Tabla 5. Evaluación de la dimensión “Incidencia de las consultas presenciales sobre el rendimiento académico”.

Indicador	Ítem	Respuestas	%
Incidencia sobre el rendimiento académico	6. ¿Consideras que las consultas presenciales realizadas bajo estrictas medidas de bioseguridad incidieron sobre tu rendimiento académico al momento de las evaluaciones?	Si	58,33%
		No	8,33%
		No asistí a las consultas presenciales aun cuando estaba en el estado Mérida	16,67%
Necesidad de consultas presenciales	12. ¿Consideras que, en un modelo de educación a distancia son necesarias las consultas presenciales con el Profesor?	Si	83,30%
		No	16,67%
		No asistí por estar fuera del estado Mérida	16,67%

Fuente: Araujo, 2021.

Otro aspecto importante lo constituye el desempeño del profesor (Tabla 6), ya que el 100% de los estudiantes que realizaron consultas o tenían inquietudes, consideran que el docente siempre les atendió, y califican su desempeño como bueno (58,33%) a muy bueno (41,67%).

Tabla 6. Evaluación de la dimensión

Conclusiones

- La Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II resulta crítica para la formación del futuro egresado de la carrera de Ingeniería Eléctrica, y, por tanto, es necesario que su desarrollo se lleve a cabo atendiendo los nuevos modelos de los procesos de enseñanza – aprendizaje, que se apoya fuertemente sobre la virtualidad.

- El análisis en torno al cual gira el presente artículo, se realizó sobre el dictado de Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II, durante los períodos U-2019, I-2019, E-2021, I-2021 y A-2022, que transcurrieron previo, durante y posterior a la pandemia del COVID-19, que se llevó a cabo bajo las modalidades presencial, virtual y mixta. Se analizó a través de la estadística descriptiva, las calificaciones obtenidas por cincuenta y cinco (55) estudiantes que cursaron la Unidad Curricular durante los prenombrados períodos. Además, se aplicó un instrumento

“Desempeño del profesor”

Indicador	Ítem	Respuestas	%
Atención	7. ¿El profesor de la asignatura atendió tus consultas o inquietudes?	Siempre	91,67%
		No realicé consultas	8,33%
Desempeño docente	19. ¿Qué valoración le das al desempeño del Profesor durante este semestre?	Muy Buena	41,67%
		Buena	58,33%

Fuente: Araujo, 2021.

Por último, pero no menos importante, el cuestionario incluyó preguntas con respuestas abiertas para que los estudiantes pudiesen relatar cuáles fueron las principales dificultades que enfrentaron durante el curso. En este sentido, más de la mitad de los encuestados (58,33%) coinciden en que la deficiente gestión del tiempo es una limitación notable, y está relacionada con los múltiples compromisos laborales que han tenido que asumir, de forma paralela con los estudios. Asimismo, el 75,00% consideran que el primer tema es el de mayor dificultad, debido al reconocimiento de falencias en sus bases matemáticas.

Tabla 7. Evaluación de la dimensión “Dificultades”

Indicador	Ítem	Respuestas	%
Dificultades presentadas	8. ¿Cuáles son los principales obstáculos que tuviste que sortear durante el desarrollo de este semestre intensivo?	Deficiencias en los servicios	16,67%
		Gestión del tiempo	58,33%
		Mayor dedicación por el tipo de modalidad	25,00%
	9. ¿Cuáles de los contenidos vistos durante el semestre te resultaron más difíciles?	Primer tema	75,00%
		Cuarto tema	25,00%

Fuente: Araujo, 2021.

de recolección de datos (encuesta) a una muestra de veinticuatro (24) estudiantes, con el fin de recopilar sus percepciones sobre el desarrollo de la Unidad Curricular, el método empleado, el desempeño del profesor y las dificultades encontradas que pudieran incidir sobre su rendimiento académico.

- Se realizó el análisis comparativo de las calificaciones obtenidas en los períodos U-2019, I-2019, E-2021, I-2021 y A-2022, a través de los parámetros de la estadística descriptiva: medidas de tendencia central, de dispersión, de apuntamiento y de asimetría. El período con los valores menos favorables fue el U-2019, bajo la modalidad presencial, y que se llevó a cabo en medio de una fuerte crisis de éxodo universitario.

- El período I-2021 se llevó a cabo de forma virtual, pero incluyendo consultas presenciales bajo estrictas medidas de bioseguridad, y, por su naturaleza, los estudiantes podían cursar un máximo de dos (02) Unidades Curriculares. Estas condiciones redundaron en la mejor respuesta: un 100% de aprobación y los mayores valores de media aritmética, moda y mediana, con la menor desviación estándar y varianza de los datos. La distribución presenta un comportamiento platicúrtico y asimétrico.

- Esta respuesta favorable a la modalidad mixta empleada pudo deberse, entre otros factores, a la producción de contenidos audiovisuales, la curaduría de contenidos y la selección de materiales complementarios por parte del docente, que asumió su rol de tutor virtual, trascendiendo el modelo conductista tradicional hacia el modelo constructivista y cooperativo del aula virtual.

- El instrumento de recolección de datos se diseñó con base en la medición de cuatro dimensiones: Mejoramiento de la actitud hacia el aprendizaje a través de la vía virtual, Incidencia de las consultas presenciales sobre el rendimiento académico, Desempeño del profesor y Dificultades encontradas.

- En este sentido, se halló que más de las 2/3 partes de los encuestados se encontraron motivados a tomar un rol más protagónico en su proceso de aprendizaje, a través del uso de medios físicos y digitales para complementar los contenidos; así como a practicar el aprendizaje colaborativo. Así, el trabajo conjunto del binomio facilitador-educando rindió su fruto al mejorar la percepción que tenían éstos últimos sobre las modalidades virtual y mixta de educación.

- Asimismo, más del 80% de los encuestados valoran la necesidad de la consulta presencial, lo que era de esperarse a partir de la atención y el desempeño que tuvo el docente-facilitador, descrita como “Buena” a “Muy buena”. Esto representa una clara tendencia hacia el b-learning- como modalidad más aceptada por parte de los estudiantes.

- La mayor dificultad encontrada se relaciona con la gestión del tiempo por parte de los estudiantes, ya que debido a la situación país, éstos, como la mayoría de los venezolanos, deben asumir múltiples compromisos laborales, lo que va en detrimento de las horas-hombre de dedicación a los estudios. Asimismo, las falencias en las bases matemáticas que los estudiantes manifiestan, han sido la principal limitante para abordar el primer tema de la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II.

- Se recomienda que los análisis realizados sobre la Unidad Curricular Circuitos Eléctricos II sean extensibles a otras Unidades Curriculares, como una manera práctica y veraz de evaluar los procesos de enseñanza-aprendizaje aplicados, y, de esta manera, identificar las mejores estrategias en pro de la formación de los profesionales integrales que puedan desempeñarse de manera creativa, innovadora, reflexiva y ética, que la Escuela de Ingeniería Eléctrica busca egresar.

Referencias

- 1- Araujo, F., Vilorio, F. y Bustamante, J. (2021). Ampliación de las capacidades de cálculo del analizador simbólico AnSiRE: Cálculo de estabilidad y pasividad de los circuitos. *Revista Ciencia e Ingeniería*. Vol. 42, No. 1, 23-30.
- 2- Dávila M. et al. (2018). Rediseño de la carrera Ingeniería Eléctrica con salida intermedia de Técnico Superior Universitario en Electricidad, Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela.
- 3- Consejo de Desarrollo Curricular (2012). Modelo Educativo de la Universidad de Los Andes. Vicerrectorado Académico. Mérida - Venezuela.
- 4- Azuaje, D. (2012). Administración del Subproyecto “Sistemas de Información I” a través de un aula virtual, para la carrera Técnico Superior en Informática, en el Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social de la UNELLEZ. Trabajo Especial de Grado de la Especialización en “Telemática e Informática en la Educación a Distancia”. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora.
- 5- Estrada, B. y Pinto, A. (2021). Análisis comparativo de modelos educativos para la educación superior virtual y sostenible. *Revista Entramado*. Enero - Junio, 2021 Vol. 17, Nº 1, 168-184. Universidad Libre de Cali. DOI: <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6131>. [Consulta: 2022, julio 25].
- 6- Silva, J. (2010). El rol del tutor en los entornos virtuales de aprendizaje Innovación Educativa, Vol. 10, Nº 52, julio-septiembre, 2010, 13-23. Instituto Politécnico Nacional Distrito Federal, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179420763002>. [Consulta: 2022, agosto 2].
- 7- Fernández, P., Rodríguez, M. C. y Fernández, A. (2020). Modelo semipresencial para la formación universitaria. Aplicación a titulaciones técnicas. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 38, Nº 3, 179-197. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3300>. [Consulta: 2022, julio 25].
- 8- Gómez, I. y Escobar, F. (2021). Educación virtual en tiempos de pandemia: incremento de la desigualdad social en el Perú. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, Núm. 15, 2021, 152-165. Universidad Nacional de Chimborazo. DOI: <https://doi.org/10.37135/chk.002.15.10>. [Consulta: 2022, agosto 1].
- 9- Cabrera, L. (2020). Efectos del coronavirus en el sistema de enseñanza: aumenta la desigualdad de oportunidades educativas en España. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, Vol. 13 Núm. 2 (Especial, COVID-19), 114-139. Disponible en: <https://ojs.uv.es/index.php/RASE/article/view/17125/15389>. [Consulta: 2022, agosto 2].
- 10- CEPAL-UNESCO. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/1/S2000510_es.pdf[Consulta: 2022, agosto 2]
- 11- Area, M.; Sanabria, A. y González, M. (2008). Análisis de una experiencia de docencia universitaria semipresencial desde la perspectiva del alumnado. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, Vol. 11, Núm. 1, junio, 2008, 231-254. Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia Madrid, Organismo Internacional. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427208010>. [Consulta: 2022, julio 31].

- 12- García A. (2001). La educación a distancia. De la teoría a la práctica. Ariel Educación. Barcelona, España.
- 13- Dasso, A. y Evaristo, I. (2020). Análisis de resultados del aprendizaje presencial y aprendizaje semipresencial en dos cursos universitarios. Revista Educación Vol. 29, N° 57; Lima, jul-dic 2020. Universidad Tecnológica del Perú. DOI: <http://dx.doi.org/10.18800/educacion.202002.002>. [Consulta: 2022, agosto 2].
- 14- Larson, D. y Chung-Hsien, S. (2009). Comparing Student Performance: Online versus Blended versus Face-to-Face. Journal of Asynchronous Learning Networks, Vol. 13, N° 1, 31-42. Disponible en: <https://doi.org/10.24059/olj.v13i1.1675> [Consulta: 2022, agosto 1].
- 15- Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales de la Universidad Católica Andrés Bello, IIES-UCAB (2020). Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2019 – 2020 (Encovi).
- 16- Aula Abierta Venezuela (S/F). Informe preliminar: Deserción Universitaria en Venezuela. Disponible en: <http://aulaabiertavenezuela.org/wp-content/uploads/2017/12/AULA-ABIERTA-VENEZUELA-INFORME-PRELIMINAR-DESERCI%C3%93N-UNIVERSITARIA-EN-VENEZUELA.pdf>. [Consulta: 2022, septiembre 22].
- 17- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (2020). Decreto mediante el cual se declara el estado de alarma para atender la emergencia sanitaria del Coronavirus (COVID-19). Decreto Presidencial N° 4.160, G.O. N° 6.519 extraordinario, del 13-03-2020.

CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD HIGIÉNICA EN EL EVISCERADO DE GANADO BOVINO

CALCULATION OF THE HYGIENIC EFFECTIVENESS IN THE EVISCERATION OF BOVINE CATTLE

Jaimel Salcedo

Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani
Universidad de Los Andes; Mérida – 5101 – Venezuela
e-mail: jaimelsalcedo@gmail.com

Recibido: 23-08-2022

Aceptado: 14-11-2022

Resumen

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), son importantes debido a su obligatoriedad para la manipulación, procesamiento, almacenamiento, distribución y exportación de productos alimenticios al mercado internacional. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue cuantificar el porcentaje de efectividad higiénica de las buenas prácticas de manufactura en el eviscerado de ganado bovino en un frigorífico del Municipio Colón del Estado Zulia. Ésta fue una investigación de tipo descriptiva, con un diseño de campo no experimental, en el cual se utilizó la técnica de la observación directa y la lista de cotejo con 53 ítems de respuestas dicotómicas (Conforme y No Conforme) como instrumento de recolección de datos. Los datos fueron procesados y analizados, y se encontró que el porcentaje de efectividad higiénica obtenido por la empresa fue de 75,47%; Esto permitió concluir, que la empresa ha mostrado un cumplimiento satisfactorio de las BPM en el eviscerado de ganado bovino.

Palabras clave: Buenas Prácticas de Manufactura, eviscerado, porcentaje de efectividad Higiénica, inocuidad, producción.

Abstract

Good Manufacturing Practices (GMP) are important due to their mandatory nature for the handling, processing, storage, distribution and export of food products to the international market. That is why the objective of this research was to quantify the percentage of hygienic effectiveness of good manufacturing practices in the evisceration of bovine cattle in a refrigerator in the Colón Municipality of Zulia State. This was a descriptive type of research, with a non-experimental field design, in which the direct observation technique and the checklist with 53 items of dichotomous responses (Compliant and Non-Compliant) were used as a data collection instrument. The data was processed and analyzed, and it was found that the percentage of hygienic effectiveness obtained by the company was 75.47%; This allowed us to conclude that the company has shown satisfactory compliance with the BPM in the evisceration of bovine cattle.

Key words: Good Manufacturing Practices, eviscerated, Hygienic effectiveness percentage, safety, production.

Jaimel Salcedo: MSc En Enseñanza de la Química (Universidad del Zulia), Lic. En Educación Mención Química miembro del personal docente y de investigación del NUAA-ULA. e-mail: jaimelsalcedo@gmail.com

Introducción

En la actualidad, se ha mostrado una notable preocupación en lo que se refiere a la calidad e inocuidad de los alimentos, pues cada día, los consumidores son más exigentes en lo que respecta a la salubridad de los alimentos, ya que éste ha sido un aspecto problemático desde hace mucho tiempo.¹

Es importante resaltar, que el aspecto de salubridad, ha causado que diversas entidades gubernamentales creen parámetros o estándares para respaldar la inocuidad y calidad de bienes alimenticios, logrando que la actividad de procesamiento industrial, se rija bajo las normas impuestas por cada país. La importancia de las Buenas Prácticas de Manufactura, radica en su obligatoriedad como requisitos de implementación del Sistema de Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control (HACCP)², siendo requisitos necesarios para la manipulación, procesamiento, almacenamiento y distribución de productos, y en la exportación de alimentos al mercado internacional.³

La aplicación de las BPM, constituye una herramienta fundamental en la industria alimentaria, ya que su uso garantiza el manejo higiénico de productos alimenticios. La principal política a implementar consiste en la vigilancia, monitoreo, registro y control de personas, edificios, instalaciones, equipos, operaciones, utensilios entre otros.⁴

Es por ello, que el uso de los BPM constituye una filosofía de trabajo con enfoque hacia la optimización de recursos y mejora de la calidad final del producto terminado; asegurando además el aprovisionamiento de un producto inocuo obtenido a través del uso prudente y estricto monitoreo que la administración debe realizar sobre los diversos procesos y actividades que conlleva un determinado proceso productivo.⁵

Es importante mencionar, que en Venezuela el Departamento de Higiene de los Alimentos del Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria; adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Salud, se encarga de que las

empresas que se dedican al procesamiento de cualquier tipo de alimento cumplan con los requerimientos mínimos establecidos en las BPM. Dichas normas fueron publicadas en la Resolución 457 de la Gaceta Oficial de la República de Venezuela Numero 36081 promulgadas el 7 de noviembre de 1996.

Cabe destacar, que, aunque la empresa en cuestión posee una serie de manuales de procesos y procedimientos, que identifican cada una de las operaciones dentro de sus líneas de producción, se deben monitorear constantemente los procesos de higiene de cada línea, y se debe capacitar y actualizar, constantemente al personal en planta, en el cumplimiento de las BPM.⁶, esto con el fin de garantizar la inocuidad del producto y estar al día con lo establecido en la normativa nacional e internacional, ya que, al no asegurar la calidad fisicoquímica y microbiológica del producto durante toda su cadena, éste podría no ser apta para el consumo humano, lo cual traería como consecuencia pérdidas económicas para la empresa, y peor aún; verse comprometida la salud del público consumidor.⁷

Es por ello, que se determinará el grado de cumplimiento de las BPM en el área de eviscerado del frigorífico en cuestión, con la finalidad de saber el grado de cumplimiento de dichas normas. De esta manera proceder a cuantificar el porcentaje de efectividad higiénica (%EH), el cual se obtiene como resultado de la cantidad de ítems conformes en función a los ítems totales. Posteriormente, se compara dicho resultado con tabla de manejada en el Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria del Municipio Colón del Estado Zulia.

Tabla 1: Clasificación del Porcentaje de Efectividad Higiénica (%EH)

Clasificación	%EH
Satisfactoria	70-100
No Satisfactoria	<70

Fuente: Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria del Departamento de Higiene de los Alimentos del Municipio Colón del Estado Zulia

Proceso de Faenado de Ganado Bovino

Se entiende por faenado a todas las operaciones posteriores que se llevan a cabo en el matadero, distintas a la inspección post-mortem y las relacionadas con el destino final de los productos.

La playa de faena está dividida en 3 zonas (Figura 1) definidas: zona sucia, zona intermedia y limpia las cuales serán descritas a continuación:

Zona Sucia: En esta zona se realiza:

-Insensibilización del animal: Una vez en el cajón o manga de insensibilización o sacrificio y con el animal debidamente inmovilizado, un operario del establecimiento, haciendo uso de un método aprobado por la autoridad sanitaria competente, ejemplo pistola neumática no penetrante o descarga eléctrica u otro procede a insensibilizar al animal tan pronto como sea posible.

-Suspensión de la res (izado): Para el izado el animal es maneado por un operario de la parte distal del miembro posterior por medio de una manea (cadena) con ganchos, se produce la suspensión y colgado al sistema de rieles que hace de guía para todo el proceso de sangrado.

-Degüello y sangrado: Una vez izado en el riel de sangrado, un operario, con las manos limpias y cuchillos desinfectados y afilados, procede a realizar el degüello por medio de una incisión de carácter profundo a la entrada del pecho de manera tal que seccione los grandes vasos en la proximidad del corazón. Con la incisión de los grandes vasos se produce la salida de sangre (sangrado) del animal, el mismo, suspendido del riel se desangra sobre canaletas sanitarias que recoge la sangre y vomito respectivamente.

Zona Intermedia: En esta zona realiza:

-Desollado: Terminado los procesos anteriores, se realiza el cambio de la res del riel de sangría al riel de faenamamiento, cortando las patas traseras (primero la derecha y luego la izquierda) a nivel de la articulación tarso-metatarsiana, las que

se irán (al igual que las manos) a la sala de apoyo. También, se procede al efectuar el desprendimiento del cuero del rabo, retirándose el extremo y se envía a la sala de apoyo.

Zona Limpia: En esta zona se realiza:

-Retiro de cabeza: Después de retirar toda la piel de animal, se separa la cabeza del cuerpo, se lleva al lavadero de cabezas, donde es lavada con agua a presión por la parte externa e internamente por los ollares y la boca.

-Evisceración: En esta etapa se obtienen las vísceras blancas, entre ellas panza, intestinos grueso delgado, librillo y cuajo (imagen 1), y las vísceras rojas: Corazón, Hígado, Pulmones, Bazo, lengua y Riñones (imagen2), que se depositan en las zorras o bandejas para vísceras (verdes y rojas) para su inspección veterinaria



Imagen 1: Visceras Blancas
Fuente: Salcedo (2020).



Imagen 2: Visceras Rojas
Fuente: Salcedo (2020).

-Aserrado: Es un corte que divide a la res en dos medias reses simétricas.

-Inspección sanitaria de canales: La inspección sanitaria de las canales, cabeza y vísceras la realiza un Veterinario o Inspector autorizado de acuerdo a la normativa vigente, se evalúan los defectos (macroscópicos) por medio de un examen final de rigor para disponer el destino de las medias reses y menudencia, las sanas pasan y de encontrarse alguna patología se envía a sala de re-inspección, donde se re-evalúan y se realiza comiso parcial o total. Se llevan registros diarios en pizarra en donde consta el usuario, decomisos y órganos, dicha información es luego utilizada para cargar en el sistema Assal la Planilla de Comiso de manera mensual.

-Dressing: en donde se eliminan tejidos indeseables o materiales extraños.

-Lavado Final: Luego las medias reses se lavan mediante chorro de agua por aspersor o pistola (lavado final), por acción de arrastre se elimina la suciedad (coágulos, grasa, aserrín, pelos, entre otros.). Se profundiza la limpieza en pecho, cogote, pierna. Para todas estas operaciones de utiliza agua segura a presión.

-Finalizado el lavado, se pesa cada media res, se tipifica y sella de acuerdo a la normativa y Destino Comercial Consumo del animal, se etiqueta según normativa comercial previo ingreso a la cámara de oro y enfriado.

-Una vez pesada, tipificada, sellada y etiquetada, es enviada a las salas de oro donde se comienza el rigor mortis y de allí se colocan en cámaras frías a 0°C en donde se busca que la temperatura profunda de la masa muscular llegue a 7°C para su despacho.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo de la investigación se planteó usar la siguiente metodología:

1-Verificación del cumplimiento de las BPM, mediante un Check List de 53 ítems, con dos opciones de respuesta: Conforme (C);

No Conforme (NC); diseñado por el Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria del Departamento de Higiene de los Alimentos del Municipio Colón del Estado Zulia, agrupados en las siguientes categorías que se presentan en la tabla 2.

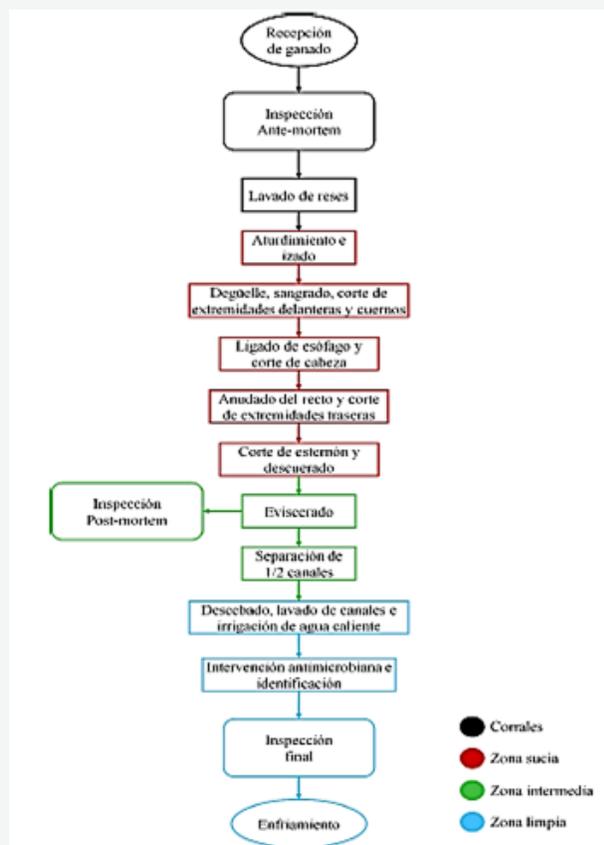


Figura 1: Proceso de Faenado de Ganado Bovino. Fuente: López y Carballo (2019)

2-Cuantificación de los resultados, para obtener el porcentaje de cumplimiento de cada una de las secciones evaluadas o porcentaje de efectividad higiénica (%EH):

$$\% EH = \frac{\text{Número de ítems conformes}}{53} \times 100 \quad \text{ec. 1}$$

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del check list. Los datos obtenidos fueron analizados e interpretados, y se muestran en forma de figuras y tablas. En la figura 2, se puede apreciar que existe un cumplimiento relativamente alto de las BPM.

Tabla 2: Aspectos evaluados en las BPM

Secciones Evaluadas	Ítems Evaluados	C	NC
Edificación e Instalaciones	16	11	5
Equipo y utensilios	4	1	3
Personal	12	11	1
Requisitos Higiénicos de la producción	6	6	0
Aseguramiento de la calidad higiénica	6	5	1
Programa de saneamiento	2	2	2
Almacenamiento y transporte	7	4	1
Total	53	40	13

Fuente: Servicio Autónomo de Contraloría Sanitaria del Departamento de Higiene de los Alimentos del Municipio Colón del Estado Zulia.

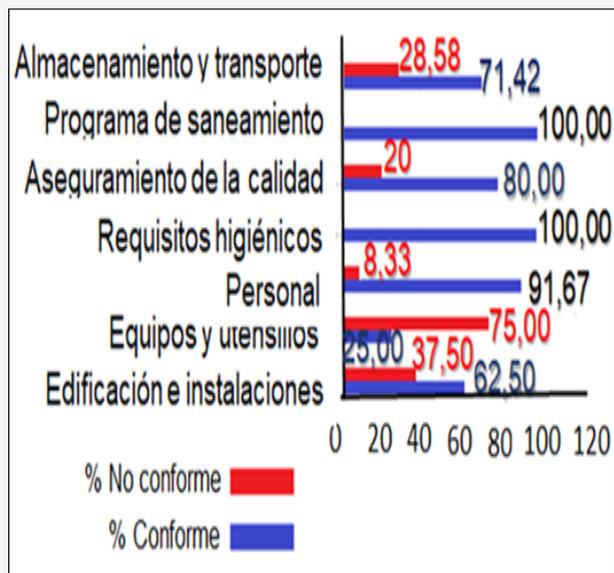


Figura 2: Porcentaje de aplicación de las BPM por sección evaluada
Fuente Salcedo (2020).

Es importante mencionar que, respecto a la sección de equipos y utensilios, solo el 25% de los ítems resultaron conformes, esto se debe a que la mayoría de las tuberías se encuentran oxidadas, no se cuenta con laboratorio para el análisis microbiológico de muestras, existe una mala distribución

de los equipos, entre otros. Esto indica que, se deben realizar modificaciones en las instalaciones, para evitar posibles sanciones por parte de los organismos encargados de la seguridad alimentaria en el país, y así, poder ofrecer alimentos de mejor calidad.

En la Figura 3, se puede observar, cómo el cumplimiento general de las BPM en el frigorífico es del 75% aproximadamente. Sin embargo, aunque es importante realizar las respectivas correcciones a los aspectos que conciernen a los equipos y utensilios, no se deben descuidar los otros ítems.

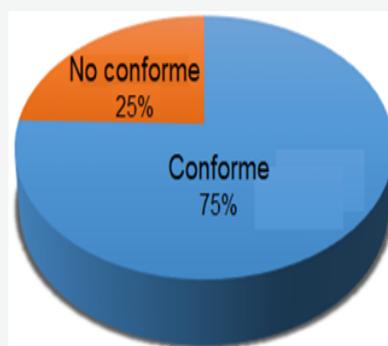


Figura 3: Porcentaje de Aplicación General de las BPM en el frigorífico
Fuente: Salcedo (2020)

En cuanto al porcentaje de efectividad higiénica (%EH) determinado, fue del 75,47%, el cual se calculó con los datos de la tabla 3

Tabla 3: Porcentaje de Efectividad Higiénica del Frigorífico

Ítems	Conformes	No Conformes	%EH
53	40	13	75,47%

Fuente: Salcedo (2020)

El porcentaje de efectividad higiénica, se encuentra dentro del rango "satisfactorio" tal como lo establece el Departamento de Higiene de los Alimentos del Municipio Colón del Estado Zulia, adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Salud, pues en el mismo, si el %EH es mayor al 70%, la clasificación es satisfactoria.

Conclusiones

De forma general, se logró cuantificar la aplicación de las BPM en el área de eviscerado del frigorífico, detectándose la mayor debilidad en el uso de equipos y utensilios.

En cuanto a las condiciones generales de aplicación de las BPM, se observó que, a pesar del bajo valor arrojado en la sección de equipos y utensilios, la empresa cumple con 40 de los ítems evaluados, para un total del 75% de cumplimiento.

A pesar de que el porcentaje de efectividad higiénica fue del 75,47% pudiendo la empresa obtener la clasificación satisfactoria (>70%), ésta debe mejorar las condiciones que presentan debilidades para evitar sanciones, y poder obtener una mejor valoración.

Referencias

- 1- Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007). Manual sobre las cinco claves para la Inocuidad de los Alimentos. Ginebra, Suiza.
- 2- Norma venezolana COVENIN 3802 (2002). Directrices generales para la aplicación del sistema HACCP en el sector alimentario. Segunda Revisión.
- 3- Food and Drug Administration (FDA, 2014). U.S. Food and Drug Administration. Hazard Analysis & Critical Control Points.
- 4- Tejada, B. (2007). Administración de servicios de alimentación. Calidad, nutrición, productividad y beneficios. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.
- 5- Rosas, M., F. Solís, C. Cervantes, C. Ortega y E. Romero. (2012). Control sanitario en la preparación de alimentos en el Centro de Internamiento Especial para Adolescentes (CIEPA), de la población de Palmasola Municipio de Alto.
- 6- Falla, H. (2008). Manual Básico de Administración de centros de Faenamiento. Edición Ibarra.
- 7- López, W; Caraballo, C. (2019). Manual de buenas prácticas de manufactura y procedimientos operativos estandarizados de saneamiento en áreas de procesamiento de carne bovina en mataderos industriales. Facultad de Ciencia Animal (FACA), Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua.

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO QUESERO (Kg queso/100Kg Leche) DEL QUESO BLANCO DURO EN FUNCIÓN A LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO (CaCl₂)

CALCULATION OF CHEESE YIELD (Kg cheese/100Kg Milk) OF HARD WHITE CHEESE DEPENDING ON THE ADDITION OF CALCIUM CHLORIDE (CaCl₂)

Jaimel Salcedo*, **Eliannet Muñoz****, **Erasmus Villalobos****

*Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani

Universidad de Los Andes Mérida – 5101 – Venezuela

**Laboratorio de Análisis Químico

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Jesús María Semprum,

Santa Bárbara de Zulia 5101 – Venezuela

e-mail: jaimelsalcedo@gmail.com

Recibido: 20-08-2022

Aceptado: 10-11-2022

Resumen

El objetivo de esta investigación fue calcular el rendimiento quesero (Kg queso/100Kg Leche) del queso blanco duro en función a la adición de cloruro de calcio (CaCl₂), en una industria láctea de la zona Sur del Lago de Venezuela. Se realizó una investigación de campo no experimental, en la que se estudió el proceso de producción del queso duro y el rendimiento del mismo, en función a la cantidad y la dilución del Cloruro de Calcio (CaCl₂). Esto es particularmente importante cuando se trata de leche pasteurizada porque, durante la pasteurización, se da un proceso normal de descalcificación parcial de las caseínas. Una vez procesado los datos, los resultados arrojaron que se logró mejorar el rendimiento, ya que al comparar el valor obtenido durante los meses de Abril (94,65%) y Mayo (98,45%) del 2019, se observó que el mismo aumentó, debido a que el cloruro de calcio tiene como función darle mayor firmeza mecánica a la cuajada. A su vez, se logró disminuir el consumo de Kg queso/100Kg Leche de 8,89 Kg queso/100Kg Leche en el mes de abril a 6,2 Kg queso/100Kg Leche en el mes de mayo.

Palabras clave: Rendimiento, Queso duro, Factores Químicos, Cloruro de Calcio, Dilución.

Abstract

The objective of this research was to calculate the cheese yield (Kg cheese/100Kg Milk) of hard white cheese based on the addition of calcium chloride (CaCl₂), in a dairy industry in the southern area of Lake Venezuela. A non-experimental field investigation was carried out, in which the production process of hard cheese and its yield were studied, depending on the amount and dilution of Calcium Chloride (CaCl₂). This is particularly important when it comes to pasteurized milk because, during pasteurization, a normal process of partial decalcification of the caseins occurs. Once the data was processed, the results showed that performance was improved, since when comparing the value obtained during the months of April (94.65%) and May (98.45%) 2019, it was observed that it increased, because the calcium chloride has the function of giving the curd greater mechanical firmness. In turn, it was possible to reduce the consumption of Kg cheese/100Kg Milk from 8.89 Kg cheese/100Kg Milk in April to 6.2 Kg cheese/100Kg Milk in May.

Key words: Yield, Hard cheese, Chemical Factors, Calcium Chloride, Dilution.

Jaimel Salcedo: MSc En Enseñanza de la Química (Universidad del Zulia), Lic. En Educación Mención Química miembro del personal docente y de investigación del NUAA-ULA. e-mail: jaimelsalcedo@gmail.com

Erasmus Villalobos: Ingeniero de Alimentos Universidad Nacional Experimental Sur del Lago UNESUR Analista de Control de Calidad. E-mail: villalobose@unesur.edu.ve.

Elianneth Muñoz. Ingeniero de Alimentos Universidad Nacional Experimental Sur del Lago.

E-mail: muñozeli@unesur.edu.ve

Introducción

El queso es un producto fresco o madurado, sólido o semisólido, que se obtiene coagulando la leche fresca, leche pasteurizada o mezcla de leche fresca con derivados lácteos por la acción del cuajo u otros coagulantes aprobados, y escurriendo el suero que se produce como consecuencia de tal coagulación¹, el cual según su contenido de humedad puede ser: Blando, cuyo contenido de humedad sin materia grasa (HSMG) es igual o mayor al 65%, Semiduro, es el que posee una humedad sin materia grasa (HSMG) igual o mayor a 55% y menor al 65%, Duro, es el que su contenido de humedad sin materia grasa (HSMG) es igual o mayor a 45% y menor al 55%, y el queso extraduro, cuyo contenido de humedad sin materia grasa (HSMG) es igual o menor al 45%.²

Es importante resaltar, que el consumo de queso, es una de las principales formas en que las proteínas de la leche son consumidas, casi toda en la forma de caseína. El nivel de proteína en los diferentes tipos de queso depende, naturalmente del proceso de fabricación. Este producto derivado de la leche es una excelente fuente de aminoácidos esenciales que no son sintetizados por el organismo humano.³

La composición óptima en el queso, depende de los componentes de la leche, de manera que se requiere una relación grasa/proteína específica en la leche, para obtener una relación grasa/proteína específica en el queso y para lograrlo, se deben estandarizar estos parámetros en la leche⁴. En términos de rendimiento en quesería, el potencial de la materia prima reside principalmente en sus contenidos de caseína y grasa, ya que las caseínas enlazan la mayoría del agua en el queso⁵.

Para garantizar la producción de queso y mejorar el rendimiento en su fabricación, es necesario contar con alternativas tecnológicas, como la utilización de concentrados proteicos para realizar diferentes formulaciones en la elaboración de queso blanco pasteurizado, sustituyendo parcialmente la leche cruda, de manera

tal que el producto final conserve las características fisicoquímicas y organolépticas iguales a las producidas con el sistema tradicional.⁶

Es importante mencionar, que el rendimiento quesero, se define como los litros de leche necesarios para obtener 1Kg de queso. Es decir, es la suma de las cantidades de materia grasa, proteínas y otros componentes, además del agua transferida desde la leche al queso durante el proceso de elaboración.⁷

Proceso de Elaboración del Queso Duro

Las etapas fundamentales en las que se lleva a cabo el proceso de producción del queso duro cuadrado picado son las siguientes:

Recepción de la materia Prima: El proceso se inicia con la llegada de los camiones cisternas que transportan la leche cruda desde los centros de acopio en los fundos o haciendas. Al llegar el vehículo, es destapado por un operador el cual procede agitando la leche cruda dentro del compartimiento durante 5 minutos mediante el empleo de un agitador manual, seguidamente se toma una muestra, la cual es llevada al laboratorio de control de calidad para el análisis físico-químico requerido para su aprobación de descarga o rechazo de dicha leche.

Preparación de la leche: En este paso es de vital importancia asegurarse de una buena calidad de la materia prima a utilizar con el fin de obtener quesos de buena calidad microbiológica, nutricional y organoléptica y permite reducir los efectos de fabricación.⁸

La maduración de la leche previa a la coagulación tiene por objeto el de restablecer los equilibrios fisicoquímicos de la leche, crear un buen medio de cultivo para el desarrollo de la flora láctica y evitar la eventual implantación de gérmenes no deseable. La maduración se realiza después de la pasteurización con cepas lácteas seleccionadas y/o enzimas.

En esta etapa, es donde se procede a agregar la cantidad necesaria de cloruro de calcio (CaCl_2), no más del 0.02 % en peso y diluirla en 10 veces dicho volumen.

Coagulación de la leche: La coagulación es un cambio de estado físico irreversible: una leche en reposo, inicialmente líquida, pasa al estado semisólido, designado con el término de gel o coágulo.

Corte de la Cuajada: Para separar el suero de la cuajada se deberá cortar la cuajada, a través de liras y agitarla para facilitar la expulsión del suero del grano de la masa.

Escurrecimiento y desuerado: Consiste en la separación del suero que impregna el coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada.

Moldeo y prensado: Consiste en poner la masa de queso en moldes diseñados para eliminar el excedente de suero, aun retenido en la masa; dar forma y tamaño al queso; unir los granos entre sí y eliminar el excedente de suero.

Salado: Es una operación que se realiza en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la maduración. Puede realizarse en seco o por inmersión en un baño de salmuera. El salado permite completar la expulsión del suero porque favorece el escurrecimiento al modificar los niveles de hidratación de las proteínas.

Maduración: Es la última fase de la fabricación del queso, la cuajada antes de iniciarse la maduración, presentan una capacidad, volumen y forma ya determinada.

Almacenamiento: Se realiza con la finalidad de que el queso adquiera las características sensoriales y fisicoquímicas propias de él.

De manera general, se pueden observar dichas etapas en la figura 1

Métodos y materiales

Se realizó una revisión bibliográfica, en la cual se identificaron los factores que afectan el rendimiento del queso. Así como las medidas correctivas necesarias para mejorar el proceso, tal como se muestra en la tabla

1¹⁰.

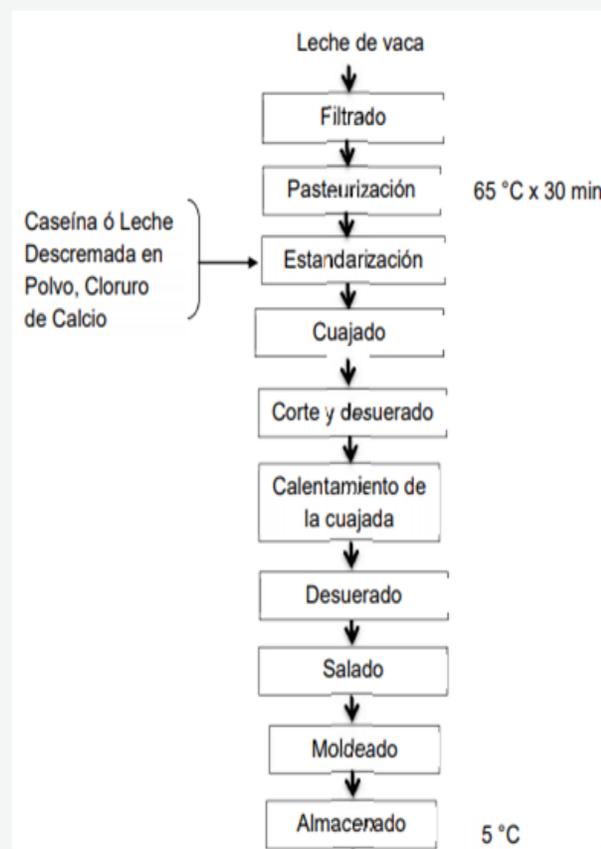


Figura 1. Etapas del Proceso de producción de queso duro cuadrado picado. Fuente: Guerrero (2010).⁹

La identificación y corrección de los factores mostrados en la tabla 1, permitirán aprovechar al máximo la materia prima disponible, y a su vez adecuar las características del producto terminado.

Sin embargo, para dicha investigación solo se estudió el efecto de la adición del cloruro de calcio (CaCl_2) en la leche sobre el rendimiento del queso duro. Posteriormente, se realizarán los estudios pertinentes a los otros factores.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las diversas mediciones realizadas durante la producción del queso blanco duro.

La figura 2, muestra cómo el rendimiento del queso duro (Kg queso/100Kg leche), varía en cada uno de los días en los cuales

Tabla 1 Medidas adoptadas por la empresa vs las mejoras aplicadas de los factores físicos, mecánicos y químicos que inciden en el rendimiento del queso duro.

Tipo de Factor	Factor	Medida adoptada por la empresa	Medida adecuada
FÍSICOS	- Tiempo de almacenamiento de la leche a Temperatura. Ambiente.	Temperatura mayor o menor a 25?	Temperatura (25°C)
		Tiempo mayor a 6 horas	Tiempo adecuado (Máx. 6horas)
	- Tiempo -de almacenamiento de la leche fría y temperatura	Temperatura 10°C	Temperatura (8°C)
		Tiempo mayor a 48 horas	Tiempo adecuado (Máx. 48 horas)
	- Corte de la cuajada.	Corte Prematuro de la cuajada.	Corte una vez alcance una textura firme color del lactosuero debe ser verde-amarillento
- Sistemas -de medición y calibración.	Sistemas inadecuados-de medición y calibración.	Acondicionamiento de los sensores de Temperatura Volumen Masa	
Químicos	-Adición de Cloruro de Calcio a la leche.	- Adición Inadecuada de Cloruro de Calcio a la leche.	Adición de 0,02% en peso CaCl ₂
	- Dilución -del cuajo.	-Dilución no apropiada del cuajo.	Dilución de 40 veces su volumen
	- Contenido de Humedad en el queso.	Contenido de Humedad en el queso mayor al 50%	50%
Mecánicos	- Bombeo y agitación de la leche	Exceso de bombeo y agitación fuerte de la leche	Agitación suave
	-Diseño y estado de la Lira	Defectos en el diseño y estado de la Lira	Bastidor rígido no muy grueso

Fuente: Salcedo et al (2019) adaptada de Inda (2000)¹⁰

hubo producción del mismo, siendo los valores más resaltantes, en los días 24 y 25 en el cual dicho rendimiento fue de 6,6 Kg de queso/100Kg de leche, es decir dichos valores superaron la media establecida por la empresa (7Kg queso /100Kg leche), lo que indica que el rendimiento va mejorando, debido a que mientras menor sea el mismo se necesita menor cantidad de leche para poder obtener 1Kg de queso. Sin embargo el día 19, se observa el punto más alto (8,8Kg queso/100kg leche). Dicho valor se encuentra por encima de la media establecida por la empresa, lo cual estuvo relacionado a los problemas de refrigeración de la leche en el lugar de recepción.

Además, es importante mencionar que las medidas correctivas, con respecto a la dilución del cuajo se comenzaron a aplicar

a partir de la cuarta semana de producción del mes de abril (a partir del día 22). Por ello, se observan diversas fluctuaciones, puesto que se fueron mejorando las condiciones de producción. En el cual se cambió la presentación comercial usada (líquida) por otra en polvo. La cantidad que se debe añadir no debe ser mayor del 0.02 % en peso, con respecto al peso de la leche. Por ejemplo, para 100 kg de leche, se necesitan $(100 \times 0.02)/100 = 0.02$ kg de cloruro de calcio; o sea, 20 gramos.¹⁰

Es importante mencionar, que en la empresa se destina un total aproximado de 20000kg de leche para la producción de queso duro, por lo cual se necesitan aproximadamente 4Kg de Cloruro de Calcio, siempre es recomendable diluir el cloruro de calcio por un factor de cerca de diez, aunque se trate

de una preparación comercial, para facilitar la uniformidad de su concentración en todo el volumen de la leche. Es decir, que se deberá pesar la cantidad correspondiente y disolverla en al menos diez veces la cantidad de agua limpia, desde el punto de vista microbiológico (agua purificada). En pocas palabras, para diluir los 4Kg de Cloruro de Calcio, se necesitan 40Kg de agua.

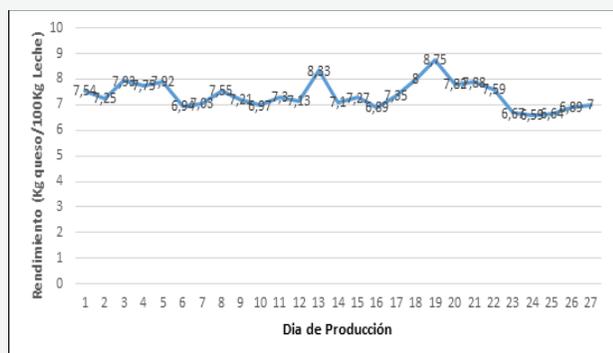


Figura 2: Rendimiento del Queso Blanco durante el mes de Abril (Kg queso/100Kg leche) 2019.

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Tabla 2: %Rendimiento en el proceso de obtención del Queso Duro para el mes de Abril 2019.

Kilogramos TEORICOS	84.787
Kilogramos REALES	80.252
DIFERENCIA	4.536
% PERDIDA	5,35
%Rendimiento	94,65%

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Al verificar los valores obtenidos entre los kilogramos teóricos y los kilogramos reales; en la tabla 1, se observa que el porcentaje de rendimiento para el mes de abril fue de 94, 65%, es decir, que el rendimiento de dicho mes estuvo por encima de lo esperado por la empresa, ya que ellos estipulaban aproximadamente un 90% de rendimiento. Es importante señalar que el rendimiento se calculó con la siguiente ecuación:

$$\%R = \frac{Kg \text{ de Queso Reales}}{Kg \text{ de Queso Teóricos}} \times 100 \quad \text{ec. 1}$$

En la figura 3 se puede observar que los resultados observados de rendimiento del queso duro (Kg de queso/100Kg de leche) durante el mes de mayo de 2019 son

mucho mejores que los obtenidos durante el mes de abril. Siendo los valores más resaltantes los obtenidos los días 19 y 20 (6,2Kg de queso/100Kg de leche), es decir que la corrección de la dilución del cuajo permitió aumentar el rendimiento del queso blanco duro, incluso por debajo de la media establecida por la empresa. Sin embargo, el punto más alto de dicho mes se encontró el día 15, siendo de 7,5Kg de queso/100Kg de leche, debido a pequeños problemas de refrigeración, en la unidad receptora de leche, que hicieron que la acidez de la materia prima aumentara un poco y por ende se viera afectado el rendimiento.

En cuanto al porcentaje de rendimiento del queso, se observó que hubo un incremento, debido a que los kilogramos teóricos que se debieron obtener eran de 38,848Kg, sin embargo, con la aplicación de las medidas correctivas se logró obtener un total de 38,248Kg, por ello el porcentaje de rendimiento fue del 98,45%

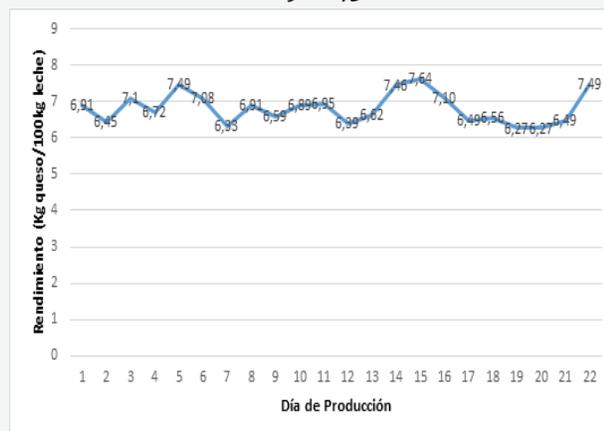


Figura 3: Rendimiento del Queso Blanco durante el mes de Mayo (Kg queso/100Kg leche) 2019.

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Tabla 3: %Rendimiento del Queso Duro para el mes de Mayo.

Kilogramos Teóricos	38,848
Kilogramos REALES	38,248
DIFERENCIA	600
% PERDIDA	0.15
%Rendimiento	98,45

Fuente: Salcedo et al. (2019)

Conclusiones

La implementación de las medidas correctivas, referentes a la dilución del cuajo, durante el proceso de producción del queso blanco duro, permitió aumentar el porcentaje de rendimiento en el mes de Mayo (98.45%), con respecto al mes de Abril (94,65%), siendo estos resultados positivos para la empresa.

Se logró mejorar el rendimiento quesero durante el mes de mayo de 2019, siendo este de 6,2 kg de queso/100Kg de leche, con respecto al rendimiento obtenido durante el mes de abril de 2019 que fue de 7,89 Kg queso/100Kg leche.

Referencias

- 1- Norma Venezolana COVENIN 3821:2003, Queso Blanco, segunda revisión. Caracas, Venezuela: Fondonorma.
- 2- Dumais, R. (2002). Ciencia y Tecnología de la Leche: Principios y Aplicaciones. Universidad Austral.
- 3- Araujo, C.; Guerrero, E. (1999). Leche y derivados lácteos. Editorial Miguel.
- 4- Emmons, D. (2002). Definition and expression on cheese yield.factors a.ffectingthe yield of cheese. Chile: Universidad Austral. Ediciones y Mundi-Prensa. 227 p.
- 5- Alais, Ch. (1999). Ciencia de la leche. Editorial Acribia. Barcelona, España. 875 p.
- 6- Dalla, C. (2015). Rendimiento Quesero Teórico y Real de la Leche de La Cuenca de Villa María, Córdoba. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Católica de Córdoba. Argentina.
- 7- Neira, M. B. (2002). Estudio del rendimiento quesero teórico a través de ecuaciones predictivas y su correlación con el rendimiento práctico, en queso chanco industrial (tesis de investigación), Chile: Universidad Austral. pp. 241-255.
- 8- García, A.; Casado, C.; (1993). La calidad de la leche y factores que la influyen. Industrias lácteas Españolas.81: 298 pp Caracas Venezuela. 287p.
- 9- Guerrero, J. (2010). Características físicoquímicas de la leche y su variación. Estudio de caso, Empresa de Lácteos El Colonial. Facultad de Ciencia Animal. Universidad nacional Agraria. León, Nicaragua.
- 10- Inda, A. (2000). Optimización del rendimiento en la industria quesera. Saltillo, Coahuila. México.

NANOELECTROQUÍMICA EN NANOMEDICINA: UNA REVISIÓN

NANOELECTROCHEMISTRY IN NANOMEDICINE: A REVIEW

Olga P Márquez¹, Elgis Weinhold¹, Keyla Márquez P², Jairo Márquez P*¹

¹Facultad de Ciencias, Departamento de Química; Laboratorio de Electroquímica

² Facultad de Ingeniería, Núcleo Universitario Alberto Adriani.

Universidad de Los Andes – Mérida – 5101 – Venezuela

*e-mail: jokkmarquez82@gmail.com

Recibido: 14-07-2022

Aceptado: 30-08-2022

Resumen

Existe una exitosa y fructífera interrelación y apoyo, entre los campos de la nanociencia, la nanotecnología y sus diversas ramas científicas y tecnológicas; y su expansión ocurre en forma tan rápida, variada, necesaria y exitosa, que se hace también necesario, la delimitación, el financiamiento, la implementación física, así como la investigación y el desarrollo. En este trabajo se pretende presentar, a modo de ejemplo, alguna información sobre la actividad en una subárea de la Química, la nanoelectroquímica y cómo se genera esa interrelación, intercambio, mutuo apoyo y éxito común, entre dos subáreas científicas tales como la nanoelectroquímica y la nanomedicina. Es obvio entonces, la amplitud y composición de los campos de la nanociencia y nanotecnología, y lo valiosa de la actividad conjunta, multidisciplinaria, variada, para diversas soluciones científico-técnicas requeridas.

Palabras clave: Nanoelectroquímica, Electroanálisis, Nanomedicina, Biosensores, Sensores electroquímicos.

Abstract

There is a successful and fruitful relationship and support between nanoscience, nanotechnology and their different scientific and technological branches; and it spreads so fast, so rapidly, in such a successful variety of ways, that it is also necessary, the delimitation, financial support, physical facilities for implementation, research and development. This paper intends to present, as an example, some information about the activity in a sub-area of chemistry, nanoelectrochemistry, and how the interrelation, exchange, mutual support and common success are generated between two scientific sub-disciplines such as nanoelectrochemistry and nanomedicine. It is relevant then, the breadth and content of the fields of nanoscience and nanotechnology, as well as the value of joint, multidisciplinary, diverse kind of activities, for the diversity of scientific-technical solutions demanded.

Key words: Nanoelectrochemistry, Electroanalysis, Nanomedicine, Biosensors, Electrochemical Sensors

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@ula.ve.

Elgis Weinhold: Dra. En Química Aplicada, mención Electroquímica (ULA), Licenciada en Química (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), Ingeniero Industrial (IUPSM), miembro del personal docente y de investigación del NUAA de la ULA. E-mail: keylaenator@gmail.com.

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: jamar@ula.ve

Introducción

La nanociencia es el estudio de fenómenos y manipulación de materiales a escalas atómica, molecular y macromolecular, en las cuales sus propiedades difieren significativamente de aquellos que ocurren a mayor escala¹.

Las nanotecnologías son el diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas por control de forma y tamaño, a escala nanométrica¹.

La subárea de la electroquímica (nanoelectroquímica)²⁻⁴ en los campos de la nanociencia y nanotecnología (0,2 nm – 100 nm), juega actualmente un muy importante papel, en síntesis, análisis, catálisis, energía, salud, ambiente, electrónica, protección y otros. Así, por ejemplo, hay adelantos en el campo de la energía, en captura, conversión, almacenaje, suministro, detección, dispositivos, usos y aplicaciones (ej. baterías, celdas de combustible, catalizadores, aditivos, lubricantes, combustibles, etc.). La incorporación de materiales nanocatalizadores es también importante en esa área y en la producción de químicos, medicamentos, salud y ambiente. Se sintetizan nanoelectrodos simples y arreglos de nanoelectrodos por sus modernas aplicaciones en imagenología, analítica, síntesis, catálisis y electroquímica física⁵⁻⁷.

La subárea de la medicina (nanomedicina) tiene el potencial de la innovación en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y otros problemas relacionados con la salud. La Nanomedicina es definida por la Fundación de Ciencia Europea como la Ciencia y Tecnología de diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, daños traumáticos o lesiones y la preservación y mejora de la salud humana usando el conocimiento y herramientas moleculares del cuerpo humano. Esta incluye nueve sub-disciplinas:

- I. Herramientas analíticas
- II. Nanoimágenes
- III. Nanomateriales y nanodispositivos

- IV. Terapéutica novedosa
- V. Teranósticos
- VI. Sistema de suministro de drogas
- VII. Medicina regenerativa
- VIII. Neuroprótesis
- IX. Cuestiones clínicas, regulatorias y toxicológicas.

La bionanotecnología es utilizada en medicina para el suministro sistemático, selectivo y enfoque de cribado, para el descubrimiento de drogas, para mejoras en el diagnóstico y técnicas terapéuticas, y registro de imágenes a nivel celular y subcelular con una mucho más alta resolución que la resonancia magnética (MRI). Utilizando técnicas de nanofabricación y procesos de autoensamblaje molecular, la bionanotecnología permite la producción de materiales y dispositivos, incluyendo tejidos y andamios de ingeniería celular, motores moleculares, y biomoléculas para sensores, suministro de drogas y aplicaciones mecánicas¹.

La nanotecnología puede ser utilizada para producir dispositivos económicos, pequeños, portátiles, para el diagnóstico menos intrusivo, rápido y garantizado, en pacientes. Los nanomateriales conducen a dispositivos altamente sensibles, importantes en diagnósticos tempranos y tratamientos más efectivos. Avances importantes en la imagenología in vivo también se consigue, de una gran importancia en la detección temprana de enfermedades.

Las propiedades de los nanomateriales pueden ser diferentes en la nanoescala. Los nanomateriales tienen un área superficial inmensa, relativo al mismo material producido a escala mayor. Ello puede hacer al material mucho más reactivo, también afectar su fortaleza y propiedades eléctricas.

Sí las partículas semiconductoras son suficientemente empuñecidas (1-10 nm) aparecen los efectos cuánticos, que limitan las energías a las cuales electrones y huecos pueden existir en dichas partículas, se afectan sus propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas, hablamos de Puntos Cuánticos, PCs (Quantum Dots, QDs en inglés). Mediante el control en el tamaño de estas

partículas, éstas pueden emitir o absorber longitudes de onda específicas (colores) de luz. A menor tamaño de la partícula, su emisión estará corrida hacia el azul y a mayor tamaño, su corrimiento será hacia el rojo. Es entonces posible la completa emisión del espectro de luz visible, a partir del mismo material. Los PCs han encontrado aplicaciones en catálisis, energía, sensores, medicina, biología y análisis entre otros⁸.

El desarrollo en las técnicas utilizadas para caracterizar materiales ha conducido a un creciente entendimiento del comportamiento y propiedades de la materia a escalas muy pequeñas, y el creciente conocimiento de la relación entre estructura y propiedades de los nanomateriales ha conducido a mejoras en la producción de materiales y dispositivos con mejor y mayor desempeño y una creciente funcionalidad. En la medida en que el entendimiento de los materiales en la nanoescala y la habilidad adquirida para controlar su estructura mejoren, se tendrá una gran potencialidad para crear una variedad de materiales con características, funciones y aplicaciones novedales.

Los materiales que poseen tamaño nanoscópico en un solo eje de coordenadas, comprenden: capas, películas delgadas y depósitos superficiales finos. Los que tienen dimensiones nanométricas en dos de los ejes de coordenadas incluyen nanoalambres y nanotubos, mientras que aquellos que son nanoscópicos en las tres dimensiones, son nanopartículas (precipitados, coloides, nanocristales y puntos cuánticos)¹.

La electroquímica juega, en la actualidad, un muy importante papel en nanosíntesis, en mejoras tecnológicas (energía, catálisis, protección ambiental, ciencias de la salud, electrónica, etc.). La catálisis con nanomateriales (nanoelectrocatalisis, en estecaso)estambiéniimportanteenlasíntesis de compuestos químicos, farmacéuticos, descontaminantes, igualmente en las áreas de energía, medicina, imagenología, electroquímica física, analítica, etc. En este artículo, se discuten tópicos variados y relevantes, algunos vitales, en el campo de la medicina, donde la nanoelectroquímica hace contribuciones de gran impacto.

Electrosíntesis de Nanomateriales.

El tamaño de los nanomateriales es del orden de magnitud de muchas moléculas biológicas y otras estructuras, y ahora es posible utilizarlos en aplicaciones biomédicas y aplicaciones in vitro e in vivo. En biología, han conducido al desarrollo de dispositivos para diagnósticos, agentes de contraste, herramientas analíticas, aplicaciones terapéuticas, transporte, suministro de drogas, etc.

Los métodos de preparación electroquímica de nanomateriales constituyen una poderosa y útil herramienta por su simplicidad, control, especificidad y economía⁹. Con estos métodos es posible depositar una gran variedad de materiales, de muy distintas formas y desde variadas soluciones. Los nanomateriales híbridos y nanoagregados ofrecen mejoras adicionales en propiedades eléctricas, magnéticas, ópticas, estructurales y mecánicas¹⁰. Técnicas electroquímicas útiles en la preparación de nanomateriales se ilustran en la figura 1.

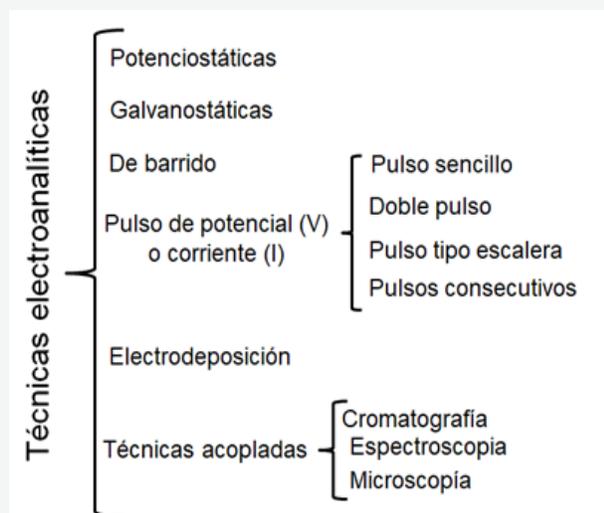


Figura 1.- Técnicas Electroquímicas de uso en Nanoelectroquímica

A modo de ejemplo, se podría mencionar la técnica de síntesis por deposición electroquímica (DEQ); la cual es versátil, económica y controlable, y actualmente muy utilizada en la preparación de nuevos nanomateriales y nanoestructuras. Por esta vía se han preparado nanoestructuras unidimensionales metálicas,

semiconductoras y multicapas metálicas.

La síntesis en plantillas ha mostrado también su versatilidad y simplicidad para la preparación de nanoestructuras unidimensionales. Los métodos electroquímicos son también muy apropiados por la simplicidad, tamaño, bajos requerimientos energéticos y portabilidad de la instrumentación utilizada. Nuevas perspectivas se abren con el desarrollo de nanoelectrodos con propiedades únicas eléctricas y selectivas. Adicionalmente, nuevos desarrollos en Ciencia de los materiales producen nuevas tecnologías que incrementarán las aplicaciones en nanotecnología electroquímica. Las técnicas espectroelectroquímicas complementan también los estudios interfaciales².

La deposición electroquímica es atractiva por su simplicidad y efectividad. La deposición de una capa puede ser hecha con corriente directa (dc) o con corriente alterna (ac) aplicada directamente a los electrodos. La cantidad de material depositado, el espesor de la capa, la longitud de los alambres, dependen del tiempo de deposición sobre la estructura matricial. El material depositado vía electroquímica tiene generalmente estructura cristalina, pero la calidad de las capas obtenidas puede diferir, debido a variación en la velocidad del crecimiento cristalino y creación de semillas del cristal, y cambios en parámetros tales como, densidad de corriente, naturaleza y concentración del electrolito, pH del electrolito, temperatura, presencia de surfactantes, propiedades de matriz, etc.¹¹

Las estructuras a nanoescala permiten una mayor posibilidad de controlar las características del material como su punto de fusión, las propiedades magnéticas y el color, sin cambiar la composición química del material; asimismo, puede mejorar las propiedades ópticas y magnéticas de algunos elementos (nanopartículas de oro, electrodos a partir de nanotubos de carbono, etc.). Es posible utilizar las nanoherramientas para una amplia variedad de aplicaciones, como la detección localizada y temprana de los cambios genéticos y proteicos celulares, la liberación

y administración de medicamentos en sitios y células específicas, como la localización de eventos apoptóticos a través de imágenes por resonancia magnética (MRI), la cartografía del ganglio linfático centinela, la ablación fototérmica de los tumores, entre otros. Algunas de las nanoherramientas descritas en la literatura que brindan beneficios en la medicina, en detección, diagnósticos, tratamientos son: nanotubos de carbón, nanopartículas, nanopartículas paramagnéticas, puntos cuánticos, nanocapsulas, nanosensores, nanochips, nanodispositivos multifuncionales y compactos con nanoherramientas intrínsecas^{12,13}. Se han preparado por vía electroquímica²:

- Nanopartículas (NPs) dispersas (ello puede ser implementado por una de dos vías, electroreducción de complejos metálicos incorporados a polímeros, o por electroreducción directa de iones metálicos o complejos metálicos en solución¹⁴⁻¹⁷; productos cristalinos muy puros pueden también ser obtenidos por electrocristalización.

- Nano-semiconductores cuasi-unidimensionales (1D), en la forma de nanoalambres y nanocintas (una amplia variedad de sensores electroquímicos han sido funcionalizados con NPs, para la detección directa e indirecta de iones metálicos, proteínas, ARN, ADN, a niveles de zeptomoles (10^{-21} moles), y en Bioensayos electroquímicos para proteínas con base en NPs; ha habido también, un esfuerzo considerable para el uso de métodos electroquímicos con NPs, en inmunoensayos electroquímicos¹⁸⁻²⁰.

- Se han electrodepositado nanoestructuras en plantillas de alúmina y policarbonato y se obtiene formación de partículas anisotrópicas con intervalos de tamaño ajustables. (se han preparado por esta vía, nanoalambres de oro, plata, cobre, cobalto, níquel, paladio, platino y seleniuro de cadmio: algunos con propiedades ferromagnéticas y otros pueden usarse para la preparación de semiconductores).

- La síntesis sobre plantillas ha mostrado ser

una vía simple y versátil para la preparación de nanoestructuras unidimensionales (en particular, por deposición electroquímica de materiales en los nanocanales de una plantilla, tal como una membrana polimérica o alúmina anódica porosa (AAP), se han preparado varias nanoestructuras unidimensionales tales como metales, semiconductores y multicapas metálicas).

- La electrodeposición sobre membranas nanoporosas ha proporcionado un método versátil para preparar arreglos verticales de nanoalambres de metales, semiconductores, y polímeros²¹. Plantillas de óxido de aluminio anodizado, OAA, son especialmente adecuadas para aplicaciones a altas temperaturas, ya que son térmicamente estables hasta los 1000 °C²²⁻²⁴.

- Se ha dedicado un gran esfuerzo a la fabricación de nanoalambres metálicos, largos, libres, de diámetro uniforme y a detalles del proceso de la deposición electroquímica de metales en los nanocanales. Se ha encontrado que los nanoalambres individuales son densos y continuos, con diámetro uniforme (60 nm)²²⁻²⁴.

- Se ha estudiado también la influencia del potencial de deposición, otras variables electroquímicas y textura del soporte, sobre las características de la adsorción, actividad catalítica y parámetros del depósito²⁵⁻²⁷ (La nucleación inicial cambia completamente de progresiva en soluciones diluidas a instantánea cuando la concentración se incrementa, ello fue confirmado por microscopía de fuerza atómica, MFA²⁸).

- Se han producido nanohilos de níquel, oro, paladio y platino, por crecimiento electroquímico en una membrana de alúmina; también puntos cuánticos (El crecimiento electroquímico se realiza en una membrana de alúmina que es posteriormente disuelta. Se obtienen nanohilos metálicos de alta pureza).

- Se han crecido nanoestructuras por medio de deposición electroquímica utilizando membranas de óxido de aluminio anodizado como plantillas. Mediante esta última

técnica han sido sintetizados nanoalambres de metales nobles y magnéticos.

Actualmente se desarrollan híbridos nanopartícula/nanotubo; hay interés en el desarrollo de métodos que permitan selectivamente encapsular nanopartículas (NPs) en el interior de los nanotubos de carbono (NTsC) o soportarlas en las paredes exteriores, también se desarrollan nanoestructuras híbridas que incluyen funcionalización con diversos tipos de ligandos²⁹⁻³¹. Las propiedades de transporte de moléculas en las uniones pueden también ser investigadas con electroquímica convencional y electroquímica asistida con métodos e interruptores MCBJ (Mechanically Controllable Break Junction”) y STMBJ (Scanning Tunneling Microscopy Break Junction). El método electroquímico con control mecánico (EC-MCBJ) permite el control de nanobrechas en el intervalo 0-10 nm, con acceso a altos estados de conductancia de uniones moleculares correspondiente a configuraciones estables, mientras que el método electroquímico con microscopía tunel de barrido (EC-STMBJ) puede detectar ambas, altas y bajas conductancias de uniones moleculares³².

En relación con la síntesis de nanoalambres, se encuentran en desarrollo los nanoalambres de composición múltiple, con varios elementos distribuidos de varias maneras: (1) tipo aleación, (2) en capas, (3) corazón-concha, o (4) formando tubos. Así, por ejemplo, los nanoalambres con metales nobles (Ag, Au, Pt, Cu) son importantes en las bioaplicaciones; los óxidos de Co y Ni tienen aplicaciones en electrónica y sensores⁹. Agregados, con estructuras del tipo nanoalambres y nanotubos, en particular de metales y óxidos metálicos tienen propiedades magnéticas y/o conductoras, lo que permite que estos materiales puedan ser manipulados por campos magnéticos externos, lo que extiende sus posibilidades de aplicación.

Por ejemplo, con los bionanocompositos, la biomolécula puede ser pegada al composito o puede ser atrapada por un enlace libre activo. Variaciones en la composición de los nanoalambres causa variación en sus propiedades y también influye en su

afinidad a ciertos enlaces químicos. La electrodeposición también procede en medio no acuoso y es de importancia con elementos raros altamente costosos. La deposición es efectuada, por ejemplo, en un medio electrolítico de acetona, con el método de electrodeposición AC, y una capa sería depositada sobre el electrodo de trabajo; sobre el electrodo secundario, el elemento a depositar es previamente disuelto³³.

Síntesis y arreglos de puntos cuánticos (quantum dots):

Los excitones en los puntos cuánticos tienen una separación promedio entre electrón y hueco referido como el radio del excitón de Bohr. Esta distancia física es diferente para cada tipo de material. En cristales semiconductores que se aproximan a este radio los niveles de energía deben ser tratados como discretos (separación entre niveles de energía, hay un confinamiento cuántico) y llamarse puntos cuánticos³⁴.

Los puntos cuánticos son emisores de luz y son capaces de emitir el espectro completo de luz desde el mismo material, basado en el tamaño de la partícula excitada (distribución de partículas $\approx 10\text{nm}$). Aplicaciones de puntos cuánticos son:

- Dispositivos médicos
- Bioreactivos (diagnósticos clínicos, sensores y análisis)
- Dispositivos orgánicos, moléculas y polímeros, emisores de luz y electroluminiscentes cuando son sometidos a una corriente eléctrica
- En diodos emisores de luz blanca y en la tecnología del color
- En seguridad y marcado de productos
- Impresiones electrónicas
- Otros

Procedimientos importantes para la preparación de puntos cuánticos son

- 1-La preparación nano- de partículas semiconductoras vía química coloidal^{35,36}
- 2-El crecimiento epitaxial y/o muestras patrón a nanoescala, utilizando por ejemplo tecnología litográfica^{37,38}
- 3-Preparación de puntos cuánticos por vía

electroquímica^{14,39-40}

Existe también una demanda por la preparación de puntos cuánticos depositados sobre superficies sólidas para aplicaciones biomédicas^{37,38}. Se requiere también generalmente la preparación de puntos cuánticos hidrofílicos^{41,42} y el uso de plantillas (alumina porosa, gel de polímero, surfactante, carbón activado, fibra de carbón, etc.)^{43,44}.

Nanoelectrodos (estructura y fabricación)

La preparación electroquímica de nanoelectrodos individuales, dispersos y en arreglos, ha sido y continúa siendo ampliamente estudiada, por sus variadas e importantes aplicaciones sociales.

Tres procedimientos importantes a considerar serían (los dos primeros proveen nanoelectrodos individuales, mientras que el tercer procedimiento suministra nanoensambles o nanoarreglos de electrodos⁴⁵.

I-Electrodo nanobanda (por tratamientos químicos o evaporación de películas metálicas).

II-Tratamiento electroquímico de alambres delgados con formación de conos posteriormente aislados^{22, 46-49}

III-Deposición de capas metálicas en membranas poliméricas nanoporosas^{5, 7,50-53}.

Otros procedimientos serían los discos y formas diferentes de nanoestructuras de carbon. Es necesario caracterizar cada electrodo producido: el tamaño y la forma determinan su comportamiento. Son variadas las técnicas de caracterización². Algunas de ellas son^{4,6}:

- Microscopía electrónica
- Voltametría del estado estacionario
- Microscopía de fuerza atómica (MFA)
- Microscopía Electroquímica de Barrido (MEQB).

Hay principalmente dos propiedades que distinguen a los nanoelectrodos de los

electrodos convencionales: una constante RC más pequeña y una transferencia de masa más rápida. El primero permite realizar medidas en soluciones de alta resistencia porque ofrecen menos resistencia; el segundo, debido a la difusión radial, permite respuestas de voltametría mucho más rápidas. Debido a estas y otras propiedades, los nanoelectrodos se utilizan en varias aplicaciones^{1,2,4} tales como:

- Cinética de reacciones rápidas.
- Reacciones electroquímicas
- Estudio de pequeños volúmenes, como células o moléculas individuales.
- Sondas para la obtención de imágenes de alta resolución con microscopía electroquímica de barrido (MEQB).

Arreglo de Nanoelectrodos y Membranas Porosas.

Membranas de Óxido de Aluminio Anódico (OAA) y arreglos de estructuras porosas autoordenadas sobre soporte de aluminio, son apropiadas para múltiples aplicaciones técnicas. Arreglos OAA hexagonales porosos (1011 poros/cm²) son apropiados para la fabricación de arreglos de nanoelectrodos. Los electrodos pueden prepararse por la electrodeposición de oro en los poros del arreglo AAO⁵⁹. El óxido de aluminio poroso se forma durante la anodización de sustratos de aluminio en electrolitos ácidos, a voltajes entre 10-200V.

Vías para la síntesis de membranas nanoporosas son: la síntesis de membranas nanoporosas autoordenadas, crecidas mediante técnicas de anodización electroquímica a partir de láminas de elementos puros (Al y Ti) y, por otra parte, el crecimiento de materiales nanoestructurados mediante técnicas de deposición electroquímica; por ejemplo, estructuras autoensambladas de nanohilos metálicos. La síntesis electroquímica de nanomateriales es actualmente un área de mucha actividad y gran desarrollo, ello debido a su potencialidad, aplicabilidad y economía².

Electrodos modificados con nanopartículas son fabricados por cubrimiento superficial de

un sustrato con nanopartículas metálicas (ej. oro, plata, platino, bismuto). Los electrodos se caracterizan por una alta área superficial efectiva, actividad catalítica, mejoras en transporte de masa, costo reducido, y sensores en análisis por redisolución⁵⁴.

Bio-Nano-Dispositivos electrónicos

El estudio de moléculas de ADN con métodos nanotecnológicos abre las puertas a novedosas aplicaciones en dispositivos nanoelectrónicos y biosensores electroquímicos con base en el ADN⁵⁵.

Se ha estado estudiando también las propiedades eléctricas de moléculas de ADN y nanoestructuras artificiales como electrodos con nanobrechas y arreglos autoensamblados con ADN^{56,57}. La molécula de ADN promete en su uso, en la nanotecnología molecular y nanoelectrónica, sensores químicos y biológicos, en los cuales, la detección es monitoreada eléctricamente^{58,59}. Varios nanomateriales exhiben mejoras en su sensibilidad electroquímica relativo a sus análogos a mayor escala^{51,60}. Medidas directas del transporte electrónico entre moléculas de ADN, utilizando electrodos de nanotubos de carbono y un semiconductor estándar integrado (dispositivo nanoelectrónico) permitieron medir el transporte directo intrínseco de moléculas de ADN⁶¹.

Sensores electroquímicos

Constan esencialmente de dos partes: el elemento de reconocimiento, que interactúa con el analito y concede selectividad al sensor, y el transductor que permite convertir esa interacción en una señal analítica. Cuando el transductor es un electrodo, el sensor será un sensor electroquímico y cuando en el elemento de reconocimiento intervienen especies biológicas se trata de un biosensor.

Un biosensor electroquímico hace posible la combinación de la sensibilidad de las técnicas electroquímicas con la selectividad de los procesos de reconocimiento biológico de una forma sencilla, dando lugar a dispositivos de bajo costo, sobre todo

cuando para su construcción se utilizan como transductores electrodos serigrafiados⁶².

La sensibilidad del sensor depende exclusivamente del transductor, de la técnica electroquímica elegida y de la metodología analítica seguida. La preconcentración electroquímica y la catálisis enzimática están llamadas a ser parte fundamental de esa metodología analítica que permita cuantificar bajas concentraciones de analito, ya que los procesos con preconcentración electródica son los que presentan límites de cuantificación más bajos en electroanálisis y las catálisis enzimáticas las que más fácilmente pueden ayudar a la amplificación de esa señal analítica. La figura 2 muestra un sensor nanoelectroquímico serigrafiado.

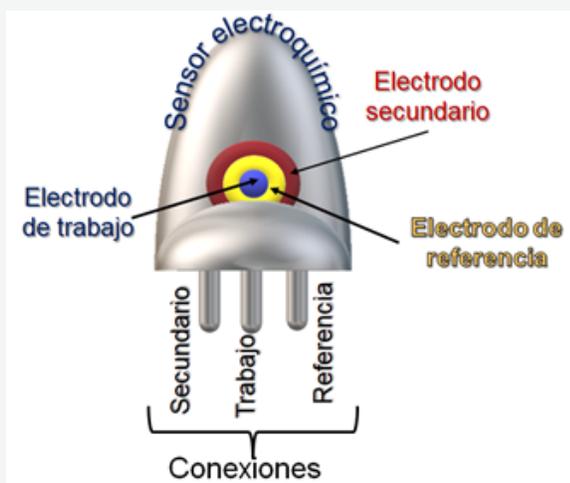


Figura 2.- Tarjeta serigrafiada, con tres electrodos.

La biodetección es el campo de detección de moléculas mediante la traducción de señales electroquímicas, ópticas, mecánicas o magnéticas. Estos dispositivos se integran con sistemas microfluídicos, para mejorar la sensibilidad y velocidad del análisis.

Para investigar las propiedades eléctricas de especímenes biológicos individuales y nanométricos, como biomoléculas individuales, existe la necesidad de desarrollar electrodos de dimensiones similares. Estos nanoelectrodos presentan retos tecnológicos en su desarrollo debido a su pequeño tamaño y deben ser optimizados en términos de forma y proximidad.

En cuanto a sensores de ADN,

inmunosensores y biosensores enzimáticos, se desarrollan plataformas nanobioanalíticas basadas en reconocimiento molecular. Estas plataformas permiten la detección de un amplio espectro de antígenos mediante el uso de reacciones de hibridación muy específicas entre cadenas complementarias de oligonucleótidos.

Se diferencian cuatro tipos de nanobiosensores electroquímicos:

conductimétricos, potenciométricos, amperométricos e impedimétricos, según detecten los cambios en la conductividad, en el potencial, en la corriente generada o en la impedancia, respectivamente⁶³. De acuerdo al elemento de reconocimiento biológico presente en el biosensor electroquímico, estos se pueden clasificar a su vez en: enzimáticos, inmunosensores y genesensores. El uso de estos dispositivos electroquímicos permite obtener señales sensibles, de sencilla interpretación y en tiempo real y ofrecen la posibilidad de trabajar con volúmenes pequeños, sin la necesidad de realizar un pretratamiento de la muestra, de ser integrados a kits portátiles que permiten realizar medidas in situ y presentan tiempos de respuesta muy cortos.

Combinan el bajo costo de instrumentación con la versatilidad en el desarrollo de nuevas superficies electródicas destinadas a la detección y/o cuantificación de distintas sustancias químicas y biológicas en muestras de interés médico, farmacéutico y del bioanalítico. Por lo general los nano-biosensores electroquímicos desarrollados emplean nanopartículas (NPs) de carbono, metálicas, magnéticas o nanoestructuras híbridas, sobre las cuales se adsorbe el elemento de reconocimiento biológico^{61,64,65}. Los nanotubos de carbono (CNTs) han despertado gran interés en diversos ámbitos de investigación, en particular en el campo de ciencias de la salud⁶⁶. Por ejemplo, los nano-biosensores electroquímicos basados en (CNTs) tienen una buena capacidad de detección de ADN. Los nanotubos permiten no sólo desarrollar una química específica de inmovilización de secuencias, sino que además actúan como elementos amplificadores de la reacción de

hibridación al permitir un mejor transporte de carga de la reacción desencadenada por el mediador electroquímico. Además, al presentar una mayor superficie específica aumentan notablemente el número de moléculas de ADN que se pueden emplear⁶⁷.

Por otra parte, en el desarrollo de nanobiosensores electroquímicos de interés médico, farmacológico y de bioanálisis es ventajosa la inmovilización de NPs de metales nobles, así como de NPs magnéticas sobre las superficies electródicas ya que, por ejemplo, los anticuerpos, antígenos y enzimas, retienen su actividad en presencia de las NPs⁶⁸.

Los puntos cuánticos son útiles debido a su sensibilidad, en varias aplicaciones médicas³⁴, ello debido a la lejanía de su longitud de onda, de la de emisión; su fotoestabilidad, y su largo fluorescente tiempo de vida.

Lo relativo a la toxicidad de los puntos cuánticos, es de importante consideración, principalmente en ensayos in vivo; se realizan recubrimientos superficiales a estas partículas con cáscaras protectoras, estabilizantes, para su uso subsecuente en bioconjugación con proteínas, péptidos y otras especies, y se recomiendan los puntos cuánticos esféricos cuando se utilizan por biosensibilidad, en solución (PCs coloidales). Se continúan estudios sobre su funcionalización superficial, y mayor conjugación y precisión con biomoléculas. En cuanto a detección de biomoléculas también se requiere el estudio del comportamiento de PCs inmovilizados en variados soportes.

Nanoelectroquímica en nanomedicina

Ciencias de la salud constituye un sector científico-académico-social de la humanidad imprescindible, importante, necesario, de gran actividad y en permanente desarrollo; lo componen áreas de trabajo, investigación, innovación, capacitación, atención y control en seres vivos. Lo componen áreas tales como Medicina, Biomedicina, Enfermería, Farmacéutica, Nutrición, Dietética, Óptica y optometría, Odontología, Fisioterapia,

Psicología, entre otros. Este trabajo se limita, ahora, al área médica; la nanomedicina en particular y su interrelación con la subárea química, la nanoelectroquímica.

Los desarrollos tecnológicos logrados estas últimas décadas en caracterización de materiales, han conducido al conocimiento y entendimiento del comportamiento y propiedades de la materia a la nanoescala. Ello ha conducido a su vez, a la producción de materiales y dispositivos con mejoras en su funcionamiento, propiedades y aplicaciones¹.

La nanoelectroquímica es un área de investigación activa y versátil, en desarrollo y con potencialidad en el campo médico y de la salud en general. Grandes avances aparecen, otros están en desarrollo y muchos se proyectan a futuro. Hay aportes en nanoelectroanalítica, nanoelectrocatalisis, nanodetección, nanodiagnósticos, nanotratamientos, nanocuras, nanodispositivos y otros nanoaportes.

Las tablas I y II resumen aspectos sobre algunos tópicos en los cuales se presenta esa interrelación, apoyo y complementación, y se amplía luego la información en la sección de Nanosensores Electroquímicos y otras aplicaciones.

Con la Tecnología Laser se ha logrado la miniaturización de electrodos disco, con aplicaciones en:

- “Detección in vivo” de neurotransmisores⁸⁸ con un reducido riesgo de daño cerebral
- Proceso de monitoreo en el interior celular⁸⁹
- Exacto suministro de droga⁹⁰
- Caracterización electroquímica de nanoestructuras por microscopía electroquímica de barrido⁹¹.

Como resultado de la versatilidad y variedad de dispositivos nanoelectrónicos, estos han sido empleados en la detección de un amplio rango médico, desde moléculas pequeñas (dopamina, histamina, etc.) hasta objetivos más complejos (bacterias, drogas farmacéuticas, etc.). Los biosensores en base a enzimas son de gran interés, motivado a

Tabla I.- Aplicaciones Nanoelectroquímicas (NEQ) en Nanomedicina (NMED).

Aplicaciones	Características	Referencias
Detección	❖ Detección temprana localizada de cambios genéticos y protéicos celulares	69 y referencias contenidas allí
Detección	❖ Virus del Papiloma Humano. ❖ Salmonela. ❖ Escherichia Coli	70 71,72 73
Prevención Detección, Diagnóstico, Tratamientos	❖ Nanochips ❖ Nanosensores ❖ Nanodispositivos ❖ Otras nanoherramientas para detección, diagnósticos y tratamientos en Medicina	74
Nanosensores electroquímicos	❖ Detección de iones metálicos, proteínas, ADN, ARN,	75,76 y referencias contenidas allí. 77,78
Bioensayos electroquímicos	❖ Proteínas	79
Inmunoensayos	❖ Inmunosensor en muestras de orina en humanos (detección de antígenos) ❖ Detección de proteína marcadora de antígeno carcinoembrionario	80
Electroquímica y EQ asistida	❖ Transporte de moléculas en uniones, ej. ADN ❖ Bioaplicaciones, aplicaciones en electrónica, sensores	81 82
Microscopía electroquímica	❖ Microscopía de células epiteliales en mamas humanas ❖ Implantes temporarios	83
Espectroscopía de barrido electroquímico	❖ Topografía superficial y electroquímica celular. ❖ Útil en medidas de proteínas de membrana, detección de neurotransmisores y mapeado químico de interfases. ❖ Implantes temporarios	83, 84
Puntos Cuánticos	❖ Detección de drogas y enfermedades en etapas tempranas	85
Tratamientos	❖ Liberación y administración de medicamentos en sitios y células específicas	86, 87

la selectividad de enzimas como elementos de bioreconocimiento⁹²; ello, sumado al desarrollo nanoelectroquímico, ha conducido a la preparación de biosensores altamente específicos y sensibles. La incorporación de electrodos nanoalámbricos, fabricados utilizando un proceso litográfico e-haz/óptico se ha utilizado para detectar glucosa a niveles 10 uM, utilizando un método de detección mediada⁹³. La incorporación de nanomateriales (nanotubos de carbón⁹⁴, nanobarras⁹⁵, nanopartículas de oro,

nanocapas de óxido de níquel⁹⁶, cobre nanoporoso modificado con multicapas de nanotubos de carbón⁹⁷, arreglo de nanoalambres de silicio decorado con nanopartículas de oro) han mostrado ser exitosas para la detección de glucosa a bajas concentraciones.

Muchos nanomateriales y combinación de ellos (nanopartículas^{98,99}, nanobarras¹⁰⁰, nanotubos¹⁰¹, grafenos¹⁰², etc.) han sido utilizados para el desarrollo de

Tabla II.- Aplicaciones Nanotecnológicas (incluye NEQ) en Cáncer¹⁰³

Tipos	Posibles aplicaciones
Voladizos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cribado a gran escala ❖ Detección de biomarcadores ❖ Detección de mutaciones, SNPs ❖ Perfiles de expresión
Nanotubos de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Detección de mutaciones, SNPs ❖ Detección de biomarcadores
Dendrímeros	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Secuestro específico ❖ Sistemas de liberación controlados ❖ Agentes de contraste (imagen)
Nanocristales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Mejora de la formulación para principios activos poco solubles
Nanopartículas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Terapéutica multifuncional ❖ Sistemas de liberación dirigidos ❖ Resonancia magnética nuclear (RMN) ❖ Ultrasonidos ❖ Informadores de la apoptosis ❖ Angiogénesis, etc.
Nanocortezas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Extirpación térmica de tejidos tumorales profundos ❖ Imagen tumoral específica
Nanocables	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cribado a gran escala ❖ Detección de biomarcadores ❖ Detección de mutaciones, SNPs ❖ Perfiles de expresión
Puntos cuánticos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Detección óptica de genes y proteínas en modelos animales y ensayos celulares ❖ Visualización de los ganglios linfáticos y tumorales

inmunosensores basados en espectroscopía de impedancia electroquímica (EIE); ellos suministran y mejoran el microambiente, la estabilidad y funcionamiento del biosensor; mejoran las propiedades resistivas, capacitivas y sensibilidad del electrodo debido a su alta conductividad, y permiten la inmovilización de una gran cantidad de anticuerpos relativo a electrodos planares convencionales. Las técnicas voltamétricas son también utilizadas en la detección de los inmunosensores nanoelectroquímicos. Con Voltametría Cíclica y sobre electrodo de grafeno con nanopartículas de oro inmovilizadas, se detectaron biomarcadores de cáncer (tabla II)¹⁰³ y son variadas las nanotecnologías con aplicaciones en cáncer¹⁰⁴.

Nanosensores Electroquímicos

La combinación de varios nanomateriales con enzimas, ha conducido al desarrollo de nanoarreglos multifuncionales con propiedades electrónicas novedosas. Estos acoplamientos con alta sensibilidad y estabilidad convierten a los biosensores electroquímicos en dispositivos avanzados, en bioensayos. La integración de tecnologías conducirá a biosensores ultra sensibles, relevantes al diagnóstico, terapia, control de drogas, de interés en salud humana¹⁰⁵. Los elementos de un biosensor electroquímico típico se muestran en la figura 3, lo componen el elemento de reconocimiento (bioreceptor) y el transductor electroquímico de respuesta^{106,107}.

En relación con la preparación de nanodispositivos, técnicas importantes de fabricación las constituyen el uso de deposición metálica, metalnanoestructurado sobre una superficie e impresión litográfica (e-beam lithography). Ello ha sido utilizado, por ejemplo, en el diseño y construcción de nanobiosensores (detección de biomoléculas), dispositivos para análisis bioquímicos y diseño y rápida fabricación de prototipos de sistemas nanofluídicos¹⁰⁸.

Se preparan nanoelectrodos para sondear entornos microscópicos. Las sondas, basadas en nanotubos individuales, pueden usarse para la detección electro y bioquímica. La posición de los nanoelectrodos puede controlarse con mucha precisión. El proceso produce nanoelectrodos con un diámetro de 100 nanómetros, y una longitud de 30 micras. Los nanoelectrodos ofrecen nuevas oportunidades para la detección electroquímica en los ambientes intracelulares. Se intenta lograr que la sonda pueda penetrar a través de la membrana celular de una célula viva sin dañarla¹⁰⁹.

Los sensores electroquímicos impresos molecularmente (MIECSs)¹¹⁰ han recibido atención debido a su alta sensibilidad y selectividad, bajo costo y la posibilidad de miniaturización y automatización. Para MIECSs, los MIP (polímeros molecularmente impresos) se presentan en forma de partículas o películas delgadas depositadas sobre los electrodos, las cuales se preparan por electropolimerización de monómeros como pirrol, anilina, o-fenilendiamina (o-PD), p-aminobencenotiol (p-ATP) y 3,4-etilendioxitiofeno (EDOT)¹¹¹ y sistemas misceláneos como monocapas autoensambladas (SAM), sol-geles y polímeros preformados. Según la señal de respuesta, tal como fue reseñado antes, los sensores electroquímicos se pueden clasificar principalmente en los siguientes cuatro tipos: corriente eléctrica (amperometría y voltametría), potenciometría (electrodos selectivos de iones y transistores de efecto de campo), capacitancia/Impedancia y conductividad¹¹ (figura 4). Su capacidad de reconocimiento se basa comúnmente en polímeros que se encuentran cubriendo

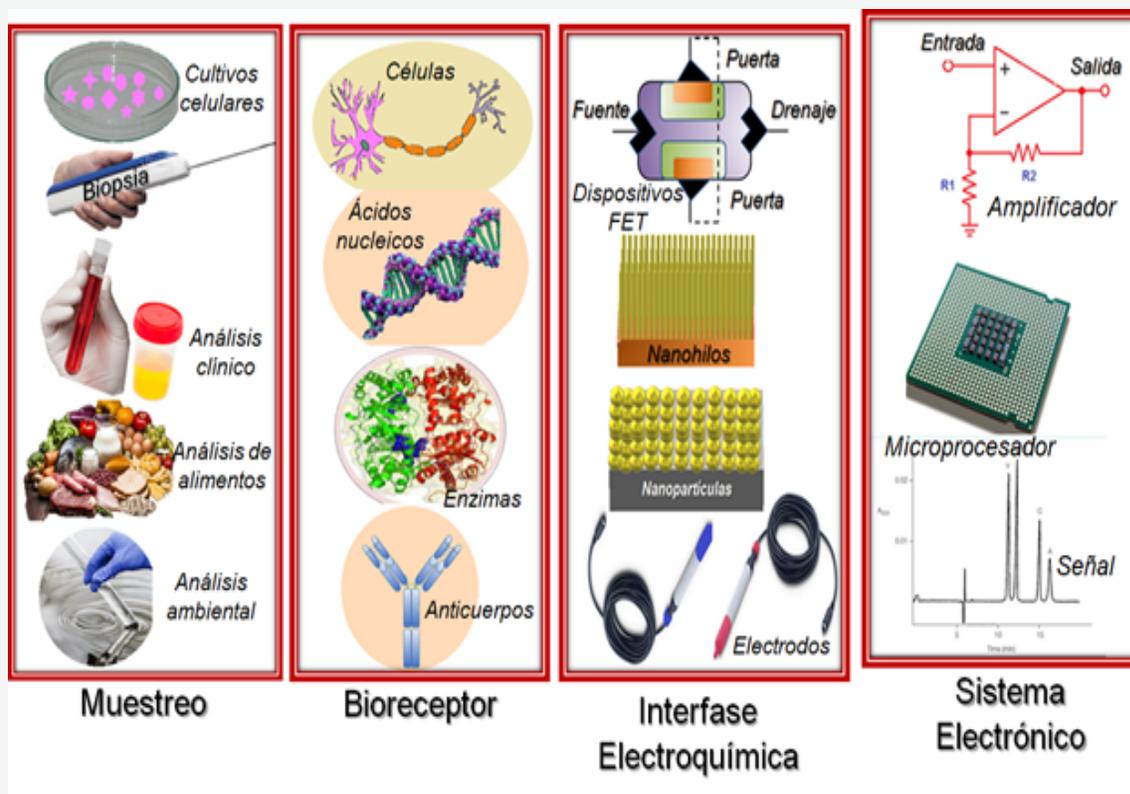


Figura 3.- Componentes de un Biosensor Electroquímico.

la superficie de transductores en forma de monolitos o membranas, y las señales del transductor electroquímico se derivan de los analitos mismos, sondas electroquímicas, o la unión de analitos a MIP, (dando como resultado la cuantificación de los analitos de interés.

A pesar de que se han descrito numerosas aplicaciones analíticas de la tecnología de impresión molecular, el uso de los MIPs en farmacología y química medicinal resultan las más atractivas. El empleo de estos materiales como dispensadores de medicamentos en forma controlada (drug-deliverers) es de principal importancia debido a la simpleza de la técnica y los beneficios terapéuticos que brinda.

La habilidad del polímero molecularmente impreso para unirse al analito (principio activo) de interés con elevada afinidad ha permitido su aplicación, por ejemplo, como excipiente. La permeabilidad a través del material impreso será más lenta que la que ocurre si se utilizase uno no impreso; de esta forma, es posible extender el perfil de liberación del principio activo modificando la composición del polímero empleado¹¹²; pero el potencial de estos materiales va más allá. Recientemente, se están llevando a cabo investigaciones que pretenden utilizar polímeros impresos como portadores inteligentes de medicamentos.

Una de las formas más sencillas de hacerlo consiste en liberar el producto mediante un

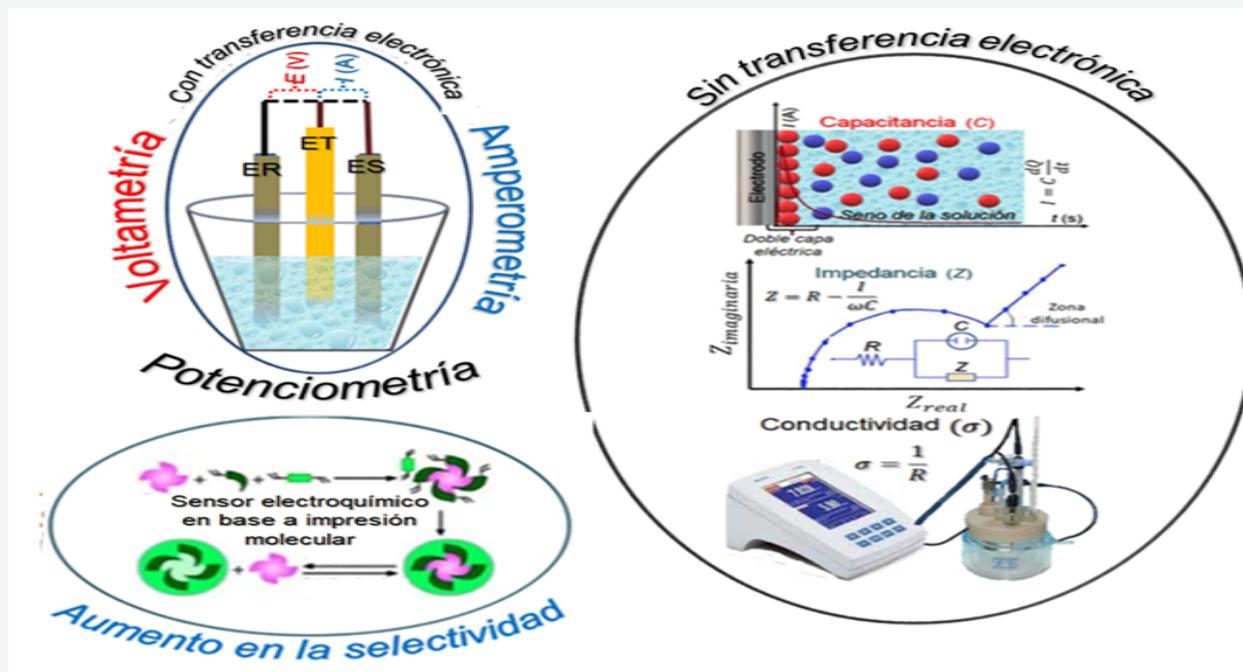


Figura 4.- Diagrama de los principales tipos y mecanismos básicos de sensores electroquímicos impresos molecularmente (MIECs).

desplazamiento competitivo del mismo con una molécula estructuralmente análoga, que actuaría como activador de la dosificación.

Alternativamente, podrían diseñarse polímeros impresos con capacidad de liberar el medicamento al reaccionar con una molécula diferente, que sería el activador en este caso¹¹⁰. En teoría, sería incluso posible que este diseño de los polímeros impresos permitiera la liberación del medicamento

en el interior de determinadas células, convirtiéndose en una poderosa herramienta contra enfermedades como las producidas por algunos virus o ciertos tipos de cáncer¹¹³.

En relación con el campo médico, las nanopartículas esféricas son las más ampliamente desarrolladas y utilizadas¹¹⁴. Las nanopartículas pueden ser preparadas con el uso de componentes metálicos, óxido metálico-cerámica, polímero,

carbono, aleación, composito, núcleo-concha, componentes biológicos. Los puntos cuánticos han sido también muy investigados¹¹⁵: Otras aplicaciones de hecho son:

I. La detección del anión sulfuro es de importancia desde un punto de vista biomédico, medioambiental e industrial, ello debido a su toxicidad. La exposición continua y en altas concentraciones al sulfuro puede causar problemas fisiológicos y bioquímicos. Son variados los métodos existentes aplicables para su detección, entre ellos los métodos electroquímicos^{116,117}.

Recientemente han sido utilizados semiconductores nanocristalinos (Puntos cuánticos (PCs)) por su alto rendimiento cuántico, buena estabilidad fotoquímica, ancha banda de excitación y angosta barra de emisión, longitud de onda de emisión dependiente del tamaño y altamente efectivo corrimiento Stokes¹¹⁸.

II. Los nanoalambres se comportan como sensores altamente sensibles, capaces de detectar partes por billón de químicos nocivos; son también altamente eficientes en la conversión de calor a electricidad, o actuando como minienfriadores. Se han crecido recientemente nanoalambres y transferidos a chips plásticos flexibles, para biosensores implantables o fuentes de energía^{119,120}.

III. Puntos Cuánticos en Biomedicina. En este caso, los puntos cuánticos no están embebidos en una matriz, sino que son cristales independientes, pero su fundamento y sus propiedades físicas son las mismas. Los puntos cuánticos emiten luz brillante y muy estable. Con ellos se obtienen imágenes de mucho contraste usando láseres menos potentes, y no existe el temor de que se apaguen. Además, la longitud de onda tan específica a la que brillan evita las superposiciones, y permite teñir a la vez muchas más estructuras que con los métodos de tinción tradicionales. Un punto cuántico confina los electrones a una región muy pequeña y usualmente un fotón de una determinada longitud de onda puede excitar al electrón y provocar un salto energético, permitiendo la detección de longitud de onda

de la radiación emitida. El confinamiento electrónico en un punto cuántico, permite al cristal sensor fotones de una longitud de onda particular. Las propiedades sensoras de luz en nanosensores es entonces ubicada por cambios en las dimensiones del nanocristal. Un logro importante ha sido el descubrimiento de que los puntos cuánticos enlazados con un péptido particular tienen la capacidad de entrar en las células rápidamente y ser liberados cuarenta y ocho horas después, esta tecnología podría aplicarse para el desarrollo y la administración de nanopartículas para desactivar objetivos específicos en células alteradas¹²¹.

IV. Nanopartículas de plata: pueden ser crecidas como hexágonos, tubos, triángulos, esferas o dodecaedros con iluminación verde, roja, naranja, violeta y azul sobre el líquido que las contiene¹²². El cambio en la forma de las nanopartículas es importante a causa del cambio en propiedades. Por ejemplo, nanopartículas de plata son utilizadas para hacer cubiertas bacterio asesinas y las partículas truncadas triangulares son las más mortíferas. El proceso convencional para dar forma a las nanopartículas es crecerlas a una temperatura específica, pero variaciones rápidas de temperatura tienden a producir una mezcla de formas. Una selección cuidadosa de nanopartículas es de interés en sensibilidad y diagnóstico médico.

V. El método de reducción eléctrica (depletion method) para generación de puntos cuánticos tiene ventajas tales como afinación, bordes confinados, buen control y uniformidad, produce millones de puntos cuánticos con facilidad, precisión y controlabilidad, lo que brinda variadas aplicaciones en muchas áreas. Los puntos cuánticos han recibido mucha atención científica motivado a sus valiosas aplicaciones en estudios de física, química, medicina, ingeniería, computación, imagenología biológica, nanoelectrónica, fotónica, y otros.

VI. Terapia Fotodinámica de Cáncer: Una aplicación importante de porfirinas solubles en agua es la terapia fotodinámica (TFD)^{4,102,105}. La terapia fotodinámica y

la diagnosis del cáncer consisten en la inyección intravenosa de una solución de hematoporfirina, que se acumula en el tejido canceroso 24 a 48 horas desde la inyección. La exposición del tejido a la luz generada por el Laser (630nm) conduce a la destrucción del tumor y no causa daños a los tejidos sanos. Son dos las vías electroquímicas propuestas como mecanismo de destrucción del tumor. Una teoría asume que durante la irradiación del tejido (con una alta cantidad de hematoporfirina acumulada por laser de Krypton o Neodimio), la hematoporfirina excitada puede transmitir energía al oxígeno molecular y como consecuencia se genera oxígeno singlete capaz de destruir el tejido cancerígeno. La segunda explicación se basa en la presencia del ión peróxido (generado por transferencia electrónica o formación del radical oxidrilo). Los dos mecanismos son posibles y dependen del tipo de sustrato (tejido canceroso), la estructura química de la

porfirina y el grado de su agregación. Mejoras en el efecto fotocatalítico de nanopartículas, en cáncer de piel y otros tipos, han sido demostrados². Oligonucleótido ADN covalentemente unido a nanopartículas de TiO_2 ha mostrado tener una única propiedad de una luz-inducible ácido nucleico endonucleasa, nueva herramienta de terapia genética. También, la preparación de puntos cuánticos de TiO_2 , de pequeño tamaño sobre sustratos, garantiza efectos cuánticos y alta actividad, mientras que puntos cuánticos con alta densidad, provee la base para miniaturización de dispositivos y creciente capacidad de actuación³⁹. La modificación de un electrodo con TiO_2 mejora el desempeño de enzimas catalíticas para aplicaciones en biosensores³⁴.

VII. Los métodos electroquímicos se combinan con métodos de unión de ruptura controlable mecánicamente (EC-MCB) o

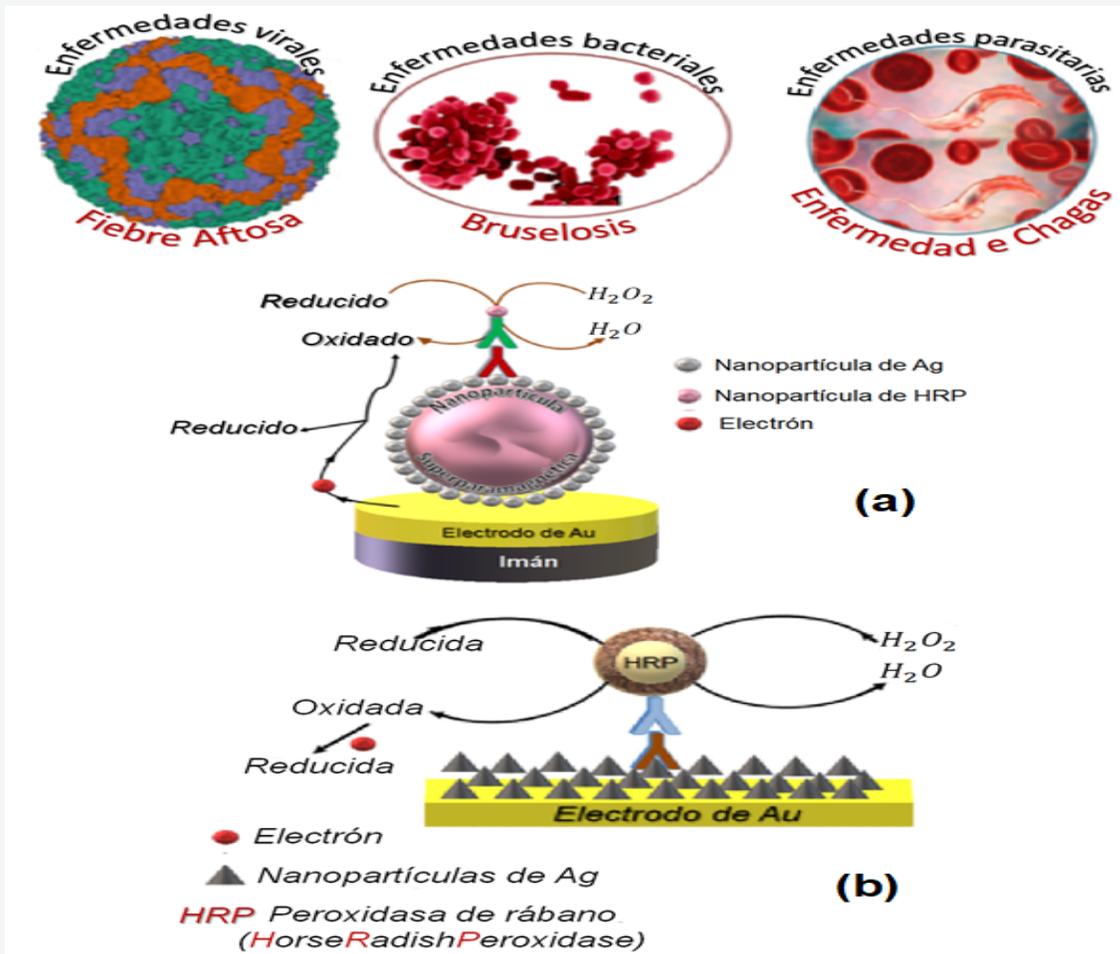


Figura 5.- Biosensores y enfermedades infecciosas¹²⁴, modificada.

microscopía de túnel de barrido (STM) unión de ruptura (EC-STMBJ) para fabricar contactos de puntos metálicos y uniones metal/molécula/metal (ver sec. IV, electro-síntesis de nanomateriales)¹²³. La electroquímica ofrece un enfoque alternativo, fácil y controlable para fabricar nanocables y nanoespacios metálicos. Se han empleado varios métodos electroquímicos para fabricar brechas a nanoescala en chips para la construcción e investigaciones de contactos atómicos metálicos y uniones moleculares. Además, la electroquímica también se ha utilizado para controlar el transporte eléctrico de nanocables atómicos metálicos y uniones moleculares. Los enfoques que combinan los métodos convencionales MCBJ y STMBJ con técnicas electroquímicas se denominan respectivamente EC-MCBJ y EC-STMBJ.

VIII. Finalmente, es preciso referirse a la aplicación de biosensores en enfermedades infecciosas, con detección electroquímica. Se hace referencia a enfermedades virales, bacterianas y parasitarias¹²⁴ y la utilización de nanosensores electroquímicos con incorporación de nanopartículas magnéticas (a) o con electrodos funcionalizados (b) (figura 5).

Son amplias y variadas las investigaciones que se adelantan en el desarrollo y avances de dispositivos y nanosensores en diversas detecciones médicas¹²⁵ y en ese sentido, varios nanobiosensores han sido utilizados en la detección del COVID-19. Se ha desarrollado un chip (sensor electroquímico) con buenas propiedades (trabajo a buen tiempo de respuesta, < 5 min, fácil de operar, bajo costo, cuantitativo, base de papel). Este fue desarrollado para la detección digital de material genético SARS-CoV-2. El sensor mostró 100% sensibilidad, exactitud y especificidad¹²⁶.

Para la detección selectiva de especies reactivas de oxígeno (ROS) en saliva se diseñó un sensor electroquímico que detecta el nivel ROS de un paciente infectado con COVID-19, como indicador de una disfunción pulmonar inducida por el virus, que fuerza la sobreproducción mitocondrial de ROS¹²⁷.

Biosensores base-grafeno son utilizados

para pruebas y avances en detección de glucosa en sangre, velocidad de respiración, temperatura corporal, presión sanguínea, virus, moléculas pequeñas, interacciones proteínicas y sensor de alérgenos¹²⁸. Cuando un transistor de grafeno de efecto de campo es acoplado con un sensor base CRISPR-Cas9, este será capaz de detectar genes objetivo sin amplificación, y puede ser considerado para objetivos virales, tales como los ácidos nucleicos de SARS-CoV-2¹²⁹.

Los electrodos en base a nanomaterial, conectados a dispositivos electrónicos pueden ser utilizados para monitoreo en el área de salud, por lectura en la comunicación inalámbrica de la señal de salida y procesamiento de la señal en un teléfono inteligente o computadora¹³⁰. Información médica AI (asistida por inteligencia artificial) puede ser utilizada para el diagnóstico y monitoreo de COVID-19 de manera personalizada¹³¹, involucrando un teléfono inteligente. Este sistema de monitoreo ha elevado su demanda debido al proceso inalámbrico y motivado a que la infección SARS-CoV-2 puede ser asintomática¹³². Investigadores han creado un sistema de monitoreo basado en software, que puede ser utilizado para detectar COVID-19, por consideración de las funciones respiratoria y cardiovascular, por su alta relación con este virus¹³³.

El SARS-CoV-2 puede expandirse por la respiración. Por ello, se están desarrollando máscaras inteligentes faciales con arreglos de nanoalambres conductores de alta densidad, igualando en tamaño a los virus, implantando un circuito miniaturizado de impedancia y un inmunosensor de impedancia. Para la manipulación y detección de infecciones respiratorias, se ha suministrado una herramienta POC (point of care) sensible y accesible, como una combinación de un nanosensor y una careta facial (figura 6)^{134,135, 136}.

El arreglo Nanopartículas metálicas (Au)-Orgánico, en presencia de SARS-CoV-2 cambia la coloración de las nanopartículas permitiendo la detección del virus.

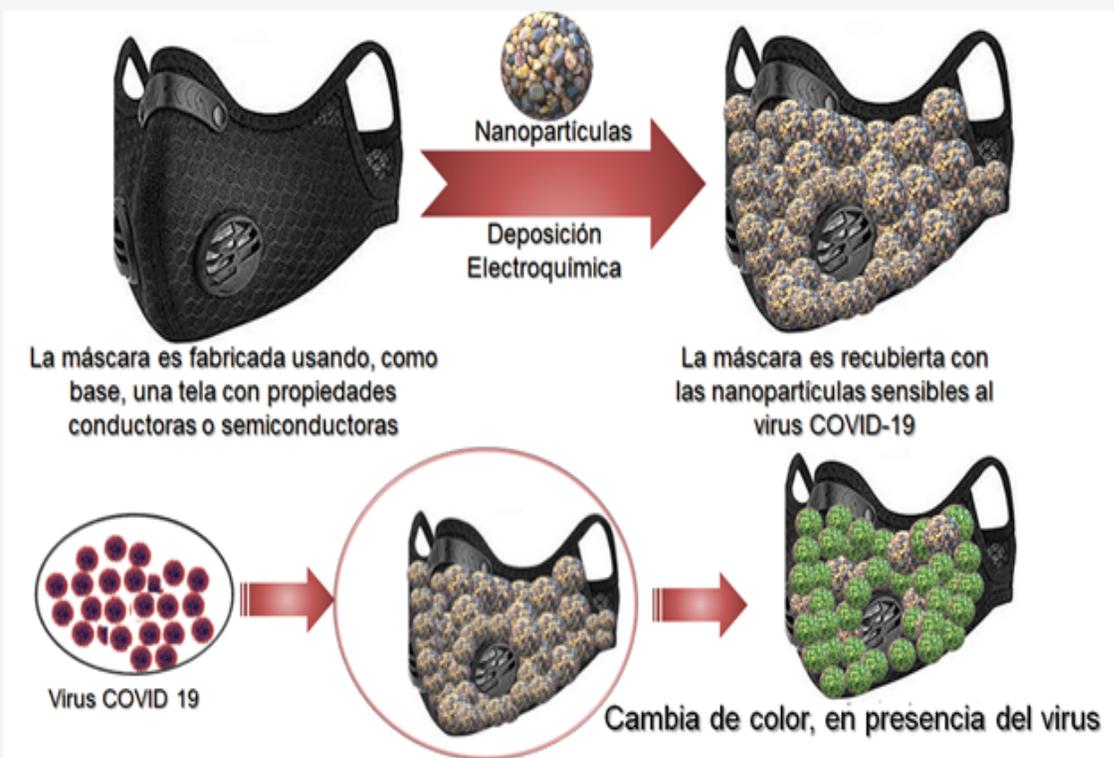


Figura 6.- Funcionamiento de un nanobiosensor tapabocas¹³⁵, modificada.

CONCLUSIONES

- El campo médico y el subcampo de la nanomedicina, y en concreto sus actividades, son fundamentales e imprescindibles en las sociedades, y, sumado a sus propias actividades y logros, son muchas las áreas y subáreas de otros campos científicos, que realizan aportes con mucho interés por hacer contribuciones al mismo.
- Los aportes de la nanomedicina y de subáreas como la nanoelectroquímica, confirman y hacen prever nuevos aportes y soluciones a problemas de salud y médicos en concreto, en el futuro inmediato y al más largo plazo.
- La nanoelectroquímica es actualmente una disciplina de mucha actividad y gran desarrollo, ello debido a su potencialidad, aplicabilidad y economía. Es importante su contribución en la síntesis de nanomateriales, puntos cuánticos, nanoelectrodos, nanodispositivos varios, nanosensores y otros nanoarreglos, valiosos y útiles, en diversos campos y ramas científico-tecnicas, y nos referimos en particular, a ciencias de la salud y campo médico.

RECONOCIMIENTO

Este artículo está dedicado a la memoria del Dr. Oscar Marino Alarcón Corredor[†], destacado y abnegado investigador de la Facultad de Medicina de la ULA, quien nos impulsó a incursionar en el fascinante mundo de la bioquímica.

Referencias

- 1.- Nanoscience and Nanotechnologies. (2004). The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. Science Policy Section. The Royal Society 6–9 Carlton House Terrace. London SW1Y 5AG email nano@royalsoc.ac.uk ISBN 0 85403 604 0.

- 2.- Márquez J, Márquez OP. (2015). Nanotecnología y Electroquímica (Cap.5) (en Nanotecnología: Fundamentos y Aplicaciones). Revista de Química-Universidad de los Andes-Mérida, Venezuela.
- 3.- Murray RW. (2008). Nanoelectrochemistry: Metal Nanoparticles, Nanoelectrodes and Nanopores. *Chem. Rev.*, 108, 2688-2720.
- 4.- Velmurugan J, Mirkin MV. (2010). Fabrication of Nanoelectrodes and Metal Clusters by Electrodeposition. *Chem. Phys. Chem.*, 11, 3011–3017.
- 5.- Penner RM, Martin CR. (1987). Preparation and Electrochemical Characterization of Ultramicroelectrode Ensembles. *Anal. Chem.*, 59, 2625-2530.
- 6.- Riveros G, Green S, Gómez H, Marotti RE, Dalchiele EA. (2006). Silver nanowire arrays electrochemically grown into nanoporous anodic alumina templates. *Nanotechnology*, 17(2), 561–570.
- 7.- Doescher MS, Evans U, Colavita PE, Miney PG, Myrick ML. (2003). Construction of a Nanowell Electrode Array by Electrochemical Gold Stripping and Ion Bombardment. *Electrochem. Solid-State Lett.*, 6, C112-C115.
- 8.- Drummen GPC. (2010). Quantum Dots—From Synthesis to Applications in Biomedicine and Life Sciences. *Int. J. Mol. Sci.*, 11, 154-163; doi:10.3390/ijms11010154.
- 9.- Kalska-Szostko B. (2012). Electrochemical Methods in Nanomaterials Preparation. *Recent Trent in Electrochemical Science and Technology*, Dr. Ujjal Kumar Sur (Ed.), ISBN: 978-953-307-830-4, InTech.
- 10.- Romero PG, Sanchez C. (2003). Functional hybrid materials. Wiley Weinheim pag 86. Wu Y, Xiang J, Yang C, Lu W, Liber MC. (2004). *Nature* 430, 61.
- 11.- Szczepaniak W. (2012). Manual de galvanoplastia. Métodos instrumentales en el análisis químico, 8ª ed. Editorial científica PWN W-wa., {Varsovia} ISBN 978-83-01-14210-0.
- 12.- Méndez BA, Muñoz CP. (2012). Nanochips y nanosensores para el diagnóstico temprano de cáncer oral: una revisión. *Univ Odontol.* 31(67): 131-147.
- 13.- Márquez E, Hernández D, Prado M, Soler F, Pérez M. (2021). Las Nanopartículas y sus Aplicaciones Biomédicas. Universidad de Extremadura. Servicio de publicaciones. Cáceres España. pp 1-76 I.S.B.N.: 978-84-09-25218-3 (edición digital)
- 14.- Márquez J, Márquez OP. (2012). Electrochemical synthesis of micro- and nano-electrodes and arrays. Analytical applications. In: *Recent Advances in Electrochemical Research*. Cap 1, R. Tremont (Ed.), Transworld Research Network, India. Cap 1, 1-37.
- 15.- Murray RW. (2008). Nanoelectrochemistry: Metal Nanoparticles, Nanoelectrodes and Nanopores. *Chem. Rev.* 108, 2688-2720.
- 16.- Penner RM, Heben MJ, Longin TL, Lewis NS. (1990). Fabrication and use of nanometer-sized electrodes in Electrochemistry. *Science.* 250, 1118-1121.
- 17.- Wang ZL. (2003). Nanobelts, Nanowires and Nanodiskettes of Semiconducting Oxides – from materials to nanodevices. *Adv. Mater.* 15, 432-436.

- 18.- Núñez RO, Jáuregui Haza UJ. (2012). Las Nanopartículas como portadores de fármacos: Características y perspectivas. CENIC. 3(43), 43-68.
- 19 Conde J, Veigas B, Giestas L, Almeida C, Assunção M, Rosa J, Baptista PV (2012). Noble Metal Nanoparticles for Biosensing Applications. Sensors 12(2):1657-87.
- 20.- Bruls DM, Evers TH, Kahlman JAH, van Lankvelt PJW, Ovsyanko M, Pelssers EGM, Schleipen JHB, de Theije FK, Verschuren CA, van der Wijk T, van Zon JBA, Dittmer WU, Immink AHJ, Nieuwenhuis JH, Prins MWJ. (2009). Rapid integrated biosensor for multiplexed immunoassays based on actuated magnetic nanoparticles. Lab. Chip. 9, 3504–3510.
- 21.- Boo H, Kim H. (2001). Electrochemical preparation of nanosize porous platinum films and their properties. Anal. Sci. (17), A77-A80.
- 22.- Meng G, Cao A, Cheng JY, Vijayaraghavan A, Jung YJ, Shima M, Ajayan PM. (2005). Ordered Ni nanowire tip arrays sticking out of the anodic aluminum oxide template. J. Appl. Phys. 97(6), 064303-064305.
- 23.- Gómez H, Riveros G, Cortés A, Marotti RE, Dalchiele EA. (2005). Crystallographically-oriented single crystalline copper nanowire arrays electrochemically grown into nanoporous anodic alumina templates. Applied Physics A. 81, 17-24.
- 24.- Riveros G, Green S, Gómez H, Marotti RE, Dalchiele EA. (2006). Silver nanowire arrays electrochemically grown into nanoporous anodic alumina templates. Nanotechnology. 17 (2), 561–570.
- 25.- Márquez OP, Salazar E, Márquez J, Martínez Y, Manfredy L. (2016). Evaluación de nanopartículas de Pt/Rh/Ru depositadas sobre carbón vítreo como catalizador para la electrooxidación de metanol. Equilibrium 1:39-63.
- 26.- Márquez OP, Mubita T, Márquez J. (2012). Preparación de electrocatalizadores Ru/Pd/Mo para La oxidación de moléculas orgánicas pequeñas. Editorial Académica Española. Alemania. ISBN-13: 978-3847364634, ISBN-10: 3847364634. 84 pags.
- 27.- Márquez OP, Márquez J. (2018). Solid Catalysts for Renewable Energy production. Chapter 11 in Synthesis of electrocatalysts for electrochemistry in energy. IGI-global, (S González & F Imbert, Eds.), PA, USA.
- 28.- Barin CS, Correia AN, Machado SA, Avaca LA. (2000). The Effect of Concentration on the Electrocrystallization Mechanism for Copper on Platinum Ultramicroelectrodes. J. Braz. Chem. Soc. 11(2), 175-181.
- 29.- Arrigan DWM. (2004). Nanoelectrodes, nanoelectrode arrays and their applications. Analyst. 129, 1157-1165.
- 30.- Gong K, Yan Y, Zhang M, Su L, Xiong S, Mao L. (2005). Electrochemistry and Electroanalytical Applications of Carbon Nanotubes: A Review. Analytical Science. 21, 1383-1393.
- 31.- Thostenson ET, Ren ZF, Chou TW. (2001). Advances in the science and technology of carbon nanotubes and their composites: a review. Compos. Sci. Technol. 61, 1899–1912.
- 32.- Tian JH, Yang Y, Zhou XS, Schöllhorn B, Maisonhaute E, Chen ZB, Yang FZ, Chen Y, Amatore C, Mao BW, Tian ZQ. (2010) Electrochemically Assisted Fabrication of Metal Atomic

- Wires and Molecular Junctions by MCBJ and STM-BJ Methods. *Chem. Phys. Chem.* 11, 2745 – 2755.
- 33.- Kalska-Szostko B, & Brancewicz E, Olszewski W, Szymański, K, Sidor A, Sveklo J, Mazalski, P (2009). Electrochemical Preparation of Magnetic Nanowires. *Solid State Phenomena.* 151. 190-196.
 - 34.- Drbohlavova J, Adam V, Kizek R, Hubalek J. (2009). Puntos cuánticos: caracterización, preparación y uso en sistemas biológicos. *Int. J. Mol. Sci.* 10, 656-673.
 - 35.- Mahler B, Spinicelli P, Buil S, Quelin X, Hermier JP, Dubertret B. (2008). Towards non-blinking colloidal quantum dots. *Nat. Mater.* 7, 659-664.
 - 36.- Shi YF, He P, Zhu XY. (2008). Photoluminescence-enhanced biocompatible quantum dots by phospholipid functionalization. *Mater. Res. Bull.* 43, 2626-2635.
 - 37.- Bodas D, Khan-Malek, C. (2007). Direct patterning of quantum dots on structured PDMS surface. *Sens. Actuator B-Chem.* 128, 168-172.
 - 38.- Yokota H, Tsunashima K, Iizuka K, Okamoto H. (2008). Direct electron beam patterning and molecular beam epitaxy growth of InAs: Site definition of quantum dots. *J. Vac. Sci. Technol. B*, 26, 1097-1099.
 - 39.- Pan ZW, Dai ZR, Wang ZL. (2002). "Synthesis, structure and growth mechanism of oxide nanowires, nanotubes and nanobelts". In *Quantum Dots and Nanowires*. Edited by S. Bandyopadhyay and N.S. Nalwa, American Scientific Publishers, Chap 5, 193-218.
 - 40.- Pan R, Wu Y, Liew K. (2008). Investigation of growth mechanism of nano-scaled cadmium sulfide within titanium dioxide nanotubes via solution deposition method. *Applied Surface Science.* 6564-6568.
 - 41.- Medintz IL, Mattoussi H, Clapp AR. (2008) Potential clinical applications of quantum dots. *Int. J. Nanomed.* 3, 151-167.
 - 42.- Murcia MJ, Shaw DL, Long EC, Naumann CA. (2008). Fluorescence correlation spectroscopy of CdSe/ZnS quantum dot optical bioimaging probes with ultra-thin biocompatible coatings. *Opt. Commun.* 281, 1771-1780.
 - 43.- Ghanem MA, Bartlett PN, de Groot P, Zhukov A. (2004). A double templated electrodeposition method for the fabrication of arrays of metal nanodots. *Electrochem. Commun.* 6, 447-453.
 - 44.- Chen PL, Kuo CT, Pan FM, Tsai TG. (2004). Preparation and phase transformation of highly ordered TiO₂ nanodot arrays on sapphire substrates. *Appl. Phys. Lett.* 84, 3888-3890.
 - 45.- Arrigan DWM. (2004). Nanoelectrodes, nanoelectrode arrays and their applications. *Analyst.* 129, 1157-1165.
 - 46.- Woo DH, Kang H, Park SM, (2003). Fabrication of nanoscale gold disk electrodes using ultrashort pulse etching. *Anal. Chem.* 75, 6732-6736.
 - 47.- Mirkin MV, Fan FRF, Bard AJ. (1992). Scanning electrochemical microscopy part 13. Evaluation of the tip shapes of nanometer size microelectrodes. *J. Electroanal. Chem.* 328 (1-2), 47-62.
 - 48.- Watkins JJ, Chen JY, White HS, Abruna HD, Maisonhaute E, Amatore C. (2003). Electron transfer rate measurements and voltammetric detection of zeptomoles using platinum electrodes of nanometer dimensions. *Anal. Chem.* 75(16)

3962-3971.

- 49.- Chen S, Kucernak A, (2002). Fabrication of carbon microelectrodes with an effective radius of 1 nm. *Electrochem. Commun.* 4(1) 80-85.
- 50.- Ugo P, Moretto LM, Veza F. (2002). Ionomer-coated electrodes and nanoelectrodes. Assemblies as electrochemical environment. *Sensors: recent advances and perspectives.* 3(11):917-925.
- 51.- Falah H. Hussein, Firas H. Abdulrazzak (2022). Synthesis of Carbon Nanotubes by Chemical Vapor Deposition. Chapter 4 in *Nanomaterials: Biomedical, Environmental, and Engineering Applications.* 10.1002/9783527832095, (353-388) Editor(s): Suvardhan Kanchi, Shakeel Ahmed, Myalowenkosi I. Sabela, Chaudhery Mustansar Hussai. Wiley online library. Print ISBN:9781119370260 |Online ISBN:9781119370383 |DOI:10.1002/9781119370383.
- 52.- Cheng W, Dong S, Wang E. (2002). Colloidal chemical approach for highly controllable active area fraction nanoelectrode arrays- nal. *Chem.* 2002, 74 (15) 3599-3604.
- 53.- Koehne J, Li J, Cassell AM, Chen H, Ye Q, Ng HT, Han J, Meyyappan M. (2004). The fabrication and electrochemical characterization of carbon nanotube nanoelectrode arrays. *Journal of materials chemistry.*14(4) 676-684.
- 54.- Brevnov DA, Rowen AM, Yelton WG, López GP, Atanassova PB. (2021). Fabrication of an Array of Nanoelectrodes by Electrodeposition of Gold into Pores of Anodic Aluminum Oxide. University of New Mexico and Sandia National Laboratories. Albuquerque, NM, USA.
- 55.- Mendiola TG. Tesis Doctoral. (2009). Biosensores selectivos de ADN basados en un Nuevo indicador electroquímico y nanopartículas de oro. UAM (España).
- 56.- Cui Y, Wei Q, Park H, Leiver CM. (2001). Nanowire nanosensors for highly sensitive and selective detection of biological and chemical species. *Science* 293 (5533):1289-1292.
- 57.- Tans, SJ, Verschueren, ARM, Dekker, C (1998) Room-temperature transistor based on a single carbon nanotube. *Nature* 393, 49-52.
- 58.- Collins PG, Arnold MS, Avouris P. (2001). Engineering of carbon nanotubes and nanotube circuits by electrical breakdown. *Science.* 292 (5517) 706-709.
- 59.- Duan X, Huang Y, Cui Y, Wang J, Lieber CM. (2001). Indium phosphide nanowires as building blocks for nanoscale electronic and optoelectronic devices. *Nature* 409, 66-69.
- 60.- Cao G, Brinker J (Edit.) (2008). *Annual Review of Nanoresearch V2.* World Scientific Publishing Co. Singapore 596284.
- 61.- Pingang H, Ying X, Yuzhi F. (2006). Application of carbon nanotubes in electrochemical DNA biosensor. *Microchim. Acta,* 152, 175-186.
- 62.- González MB; Costa A (2010). Los biosensores electroquímicos: herramientas de la analítica y del diagnóstico clínico. *Biomarcadores: Analítica, diagnóstico y terapéutica.* Madrid: Real Academia Nacional de Farmacia, pp. 197-222. ISBN: 9788493738938.

- 63.- Menolasina S. (2015). Aplicaciones de la nanotecnología en el campo de las ciencias de la salud. Capítulo 10 en Nanopartículas: fundamentos y aplicaciones – Eds: Lárez VC, Koteich KS, López GF. SABER-ULA, Venezuela. ISBN 978-980-12-8382-9.
- 64.- Putzbach W, Ronkainen N. (2013). Immobilization techniques in the fabrication of nanomaterial-based electrochemical biosensors: a review. *Sensors*, 13, 4811–4840.
- 65.- Merkoçi A, Aldavert M, Alegret S, Marín S. (2005). New materials for electrochemical sensing V: Nanoparticles for DNA labeling. *Trends in Analytical Chemistry*, 24(4), 341-349.
- 66.- Ajayan PM, Zhou OZ. (2001). Applications of Carbon Nanotubes. En: Carbon Nanotubes. Serie Topics in Applied Physics, Vol. 80, pág. 391-425.
- 67.- Battigelli A, Ménard-Moyon C, Da Ros T, Prato M, Bianco A. (2013). Endowing carbon nanotubes with biological and biomedical properties by chemical modifications. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 65, 1899–1920.
- 68.- Cosnier S, Le Goff A, Holzinger Mr. (2014) Enzymatic fuel cells: from design to implantation in mammals. En: *Implantable Bioelectronics*. E Katz (Ed.). Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, 347–362.
- 69.- Torrente Rodríguez RM. (2019). Tesis Doctoral: Bioplataformas electroanalíticas versátiles para diagnóstico temprano y fiable de cáncer a diferentes niveles moleculares. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas. Departamento de Química Analítica.
- 70.- Espinosa Lumbreras JR. (2016) Tesis Doctoral: Biosensores electroquímicos de ADN para la detección del Virus del Papiloma humano (VPH) basados en las metodologías: “Frecuencia característica” y “Corriente de relajación”. Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”. Mexico.
- 71.- Alfonso AS, Pérez-López B, Faria RC, Mattoso LHC, Hernández-Herrero M, Roig-Sagués AX, Maltez-da Costa M, Merkoçi A. (2013). Electrochemical detection of Salmonella using gold nanoparticles. *Biosensors and Bioelectronics*. 40 (1) 121-126.
- 72.- Li Q, Cheng W, Zhang D, Yu T, Yin Y, Ju H, Ding, S. (2012). Rapid and Sensitive Strategy for Salmonella Detection Using an InvA Gene-Based Electrochemical DNA Sensor. *Int. J. Electrochem. Sci.* 7: 844-856 .
- 73.- Luo C, Lei Y, Yan L, Yu T, Li Q, Zhang D, Ding S, Ju H. (2012) A Rapid and Sensitive Aptamer-Based Electrochemical Biosensor for Direct Detection of Escherichia Coli O111. *Electroanal.* 24 (5)1186-1191.
- 74.- Liu A, Wang K, Weng S, Lei Y, Lin L, Chen W, Lin X, Chen Y. (2012). Development of electrochemical DNA biosensors. *Trends Anal. Chem.* 37,101–111,
- 75.- Radi AE, O’Sullivan CK. (2006). Aptamer conformational switch as sensitive electrochemical biosensor for potassium ion recognition. *Chemical communications*, 32, 3432-3434.
- 76.- Mahon Helguero M. (2019). Tesis Doctoral: Biosensores electroquímicos en la detección de microARN en cáncer. Facultad de Farmacia Universidad Complutense. Madrid.
- 77.- Pividori MI. (2002). Tesis Doctoral. Nuevos Genosensores Amperométricos Diseño y

Construcción. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

- 78.- Mikkelsen SR. (1996). Electrochemical Biosensors for DNA Sequence Detection. *Electroanalysis* 15–19.
- 79.- Gao ZD, Guan FF, Li CY, Liu H-F, Song Y-Y. (2013). Signal-amplified platform for electrochemical immunosensor based on TiO₂ nanotube arrays using a HRP tagged antibody-Au nanoparticles as probe. *Biosens. Bioelectron.* 41, 771–775.
- 80.- Martínez Rojas FJ. Desarrollo de un inmunosensor electroquímico para la detección de biomarcador específico de cáncer. Pontificia Universidad católica de Chile. <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/453810000-0002-2479-6280>.
- 81.- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. (2002). *Molecular Biology of the Cell*, 4th edition. New York: Garland Science. SBN-10: 0-8153-3218-1.
- 82.- Wang Y, Xu H, Zhang J, Li G. (2008) Electrochemical sensors for clinic analysis. *Sensors.* 8: 2043-2081.
- 83.- Gómez MB. (2019). Estudio in vitro de implantes temporarios de aleación de magnesio (AZ91) modificados superficialmente mediante anodizado. Ingeniería en Materiales, Trabajo de tesis UNMdP. pp. 1-61 - Argentina.
- 84.- Tavarez Martínez GdeM. (2017). Tesis de Maestría. Evaluación de recubrimientos TiO₂-CeO₂ sobre la aleación Ti6Al4V, mediante técnicas electroquímicas convencionales y de campo próximo en presencia de células vivas. Centro de Investigación de Ciencia Aplicada. Instituto Politécnico Nacional. Altamira, México.
- 85.- Valverde A, Montero-Calle A, Arévalo B, Segundo-Acosta P, Serafín V, Alonso-Navarro M, Solís-Fernández G, Pingarrón JM, Campuzano S, Bardera R. (2021). “Phage-Derived and Aberrant HaloTag Peptides Immobilized on Magnetic Microbeads for Amperometric Biosensing of Serum Autoantibodies and Alzheimer's Disease Diagnosis”. *Analysis and Sensing* DOI: 10.1002/anse.202100024.
- 86.- Shinkai S and Takeuchi M. (2004). “Molecular design of synthetic receptors with dynamic, imprinting, and allosteric functions,” *Biosens. Bioelectron.*, vol. 20, no. 6, pp. 1250– 1259.
- 87.- Sellergren C. J. Allender, (2005). “Molecularly imprinted polymers: A bridge to advanced drug delivery,” *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 57 (12) 1733–1741.
- 88.- Liu YZ, Yao QQ, Zhang XM, Li MN, Zhu AW, Shi GY. (2015). Development of gold nanoparticle-sheathed glass capillary nanoelectrodes for sensitive detection of cerebral dopamine. *Biosens Bioelectron.* 63: 262–268.
- 89.- Hu KK, Gao Y, Wang YX, et al. (2013). Platinized carbon nanoelectrodes as potentiometric and amperometric SECM probes. *Journal of Solid State Electrochemistry.* 17(12):2971–2977.
- 90.- Takahashi Y, Shevchuk AI, Novak P, et al. (2011). Multifunctional Nanoprobes for Nanoscale Chemical Imaging and Localized Chemical Delivery at Surfaces and Interfaces. *Angewandte Chemie.* 50 (41):9638–9642.
- 91.- Danis L, Snowden ME, Tefashe UM, Heinemann CN, Mauzeroll J. (2016). Chap.3:

Development of Nano-Disc electrodes for Application as Shear Force Sensitive. PhD thesis. McGill University, Montreal.

- 92.- Putzbach W, Ronkainen NJ. (2013). Immobilization Techniques in the Fabrication of Nanomaterial-Based Electrochemical Biosensors: A Review. *Sensors*. 13(4):4811–4840.
- 93.- Dawson K, Baudequin M, O’Riordan A. (2011). Single on-chip gold nanowires for electrochemical biosensing of glucose. *Analyst*. 136(21):4507–4513.
- 94.- Carrara S, Bolomey L, Boero C, et al. (2011). Single-Metabolite Bio-NanoSensors and System for Remote Monitoring in Animal Models. *IEEE Sensors Journal*. 716–719.
- 95.- Wang HH, Bu Y, Dai WL, Li K, Wang HD, Zuo X. (2015). Well-dispersed cobalt phthalocyanine nanorods on graphene for the electrochemical detection of hydrogen peroxide and glucose sensing. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 216:298–306.
- 96.- Li G, Wang X, Liu L, et al. (2015). Controllable synthesis of 3D Ni(OH)(2) and NiO nanowalls on various substrates for high-performance nanosensors. *Small*. 11(6):731–739.
- 97.- Wang G, Zhu Y, Nan H, Ma W, Zhang X. (2013). Study on porous Cu-based enzyme-free glucose electrochemical sensor with different entrapping agents. *Micro and Nano Letters*. 8(8):395–399.
- 98.- Li H, Xu B, Wang DQ, et al. (2015). Immunosensor for trace penicillin G detection in milk based on supported bilayer lipid membrane modified with gold nanoparticles. *J Biotechnol*. 203:97–103.
- 99.- Liu GZ, Liu JQ, Davis TP, Gooding JJ. (2011). Electrochemical impedance immunosensor based on gold nanoparticles and aryl diazonium salt functionalized gold electrodes for the detection of antibody. *Biosens Bioelectron*. 26(8):3660–3665.
- 100.- Yang ZJ, Jian ZQ, Chen X, et al. (2015). Electrochemical impedance immunosensor for sub-picogram level detection of bovine interferon gamma based on cylinder-shaped TiO₂ nanorods. *Biosens Bioelectron*. 63:190–195.
- 101.- Chang YT, Huang JH, Tu MC, Chang P, Yew TR. (2013). Flexible direct-growth CNT biosensors. *Biosens Bioelectron*. 41:898–902.
- 102.- Bonanni A, Loo AH, Pumera M. (2012). Graphene for impedimetric biosensing. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 37:12–21.
- 103.- Jin B, Wang P, Mao HJ, et al. (2014). Multi-nanomaterial electrochemical biosensor based on label-free graphene for detecting cancer biomarkers. *Biosens. Bioelectron*. 55: 464 - 469.
- 104.- NCI Alliance for Nanotechnology in Cancer. (2007). Understanding nanotechnology [Internet]. Bethesda: National Cancer Institute URL: [http:// nano.cancer.gov/learn/understanding/](http://nano.cancer.gov/learn/understanding/). (Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/5rkwguKLi>).
- 105.- Huihui Li, Songqin Liu, Zhihui Dai, Jianchun Bao, Xiaodi Yang. (2009). *Sensors* 9, 8547-8561
- 106.- Grieshaber, D.; MacKenzie, R.; Vörös, J.; Reimhult, E. (2008). *Electrochemical Biosensors*

- Sensor Principles and Architectures. *Sensors*. 8, 1400–1458, doi:10.3390/s80314000.
- 107.- Thevenot DR, Toth K, Durst RA, Wilson GS. (2001). Electrochemical biosensors: recommended definitions and classification. *Biosensors & Bioelectronics*. 16(1-2), 121–131.
 - 108.- Ching T, YCH Toh, Michinao Hashimoto M (2022) Design and fabrication of micro/nanofluidics devices and systems. *Progress in Molecular Biology and Translational Science* 186 (1):15-58
 - 109.- Elnathan, R., Barbato, M.G., Guo, X, Mariano A, Wang Z, Santoro F, Shi P, Voelcker NH, Xie X, Jennifer L. Young, Zhao Y, Zhao W, Chiappini C. Biointerface design for vertical nanopores. *Nat Rev Mater* (2022). In press. <https://doi.org/10.1038/s41578-022-00464-7>.
 - 110.- Vicario AL. (2018). tesis doctoral. Desarrollo de metodologías analíticas modernas destinadas a la determinación de sustancias prohibidas y/o restringidas, para el control de calidad de productos cosméticos. Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia.
 - 111.- Sharma PS, Pietrzyk-Le A, D’Souza F, Kutner W, (2012). Electrochemically synthesized polymers in molecular imprinting for chemical sensing, *Anal. Bioanal. Chem.*, vol. 402, no. 10, pp. 3177–3204.
 - 112.- Shinkai S, Takeuchi M, (2004). Molecular design of synthetic receptors with dynamic, imprinting, and allosteric functions. *Biosens. Bioelectron.*, vol. 20, no. 6, pp. 1250–1259.
 - 113.- Sellergren, B., & Allender, C. J. (2005). Molecularly imprinted polymers: A bridge to advanced drug delivery. *Advanced drug delivery reviews*, 57(12), 1733-1741.
 - 114.- Wang W, Chen C, Lin K-H, Fang Y, Lieber CM. (2007). Nanosensors. *US 2007/0264623 A1*.
 - 115.- Chin, B.L.F., Juwono, F.H., Yong, K.S.C. (2022). Nanotechnology and Nanomaterials for Medical Applications. In: Mubarak, N.M., Gopi, S., Balakrishnan, P. (eds) *Nanotechnology for Electronic Applications. Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6022-1_4. pp 63-87. Print ISBN978-981-16-6021-4, Online ISBN978-981-16-6022-1.
 - 116.- Hu X, Mutus B. (2013). Electrochemical detection of sulfide. *Rev. Anal. Chem.* 32(3): 247–256.
 - 117.- Xu T, Scafa N, Xu L, Zhou S, Al-Ghanem KA, Mahboob S, Fugetsu B, Zhang X. (2016). Biosensores electroquímicos de sulfuro de hidrógeno. *Analista*. 14, 1185-1195.
 - 118.- Li M, Chen T, Gooding JJ, Liu J. (2019). Revisión de puntos cuánticos de carbono y grafeno para detección. *Sensores ACS* 4 (7); 1732-1748. doi:10.1021/acssensors.9b00514.
 - 119.- Gregor PC. (2010). *Drummen. Quantum Dots—From Synthesis to Applications in Biomedicine and Life Sciences*. *Int. J. Mol. Sci.* 11, 154-163.
 - 120.- Arakawa T, Dao DV, Kohji Mitsubayashi (2022) Biosensors and Chemical Sensors for Healthcare Monitoring: A Review. *IEEJ Trans*;17: 626 – 636.

- 121.- Sahoo S, Nayak A, Gadnayak A, Maheswata Sahoo M, Dave S, Mohanty P, Mohanty JN, Das J (2022). Quantum dots enabled point-of-care diagnostics: A new dimension to the nanodiagnosis. In *Advanced Nanomaterials for Point of Care Diagnosis and Therapy* (pp. 43-52). Elsevier. ISBN 978-0-323-85725-3.
- 122.- Stamplecoskie, K. G., Scaiano, J. C. (2010). Light emitting diode irradiation can control the morphology and optical properties of silver nanoparticles. *Journal of the American Chemical Society*, 132(6), 1825-1827.
- 123.- Jing-Hua Tian, Yang Yang, Xiao-Shun Zhou, Bernd Schöllhorn, Emmanuel Maisonhaute, Zhao-Bin Chen, Fang-Zu Yang, Yong Chen, Christian Amatore, Bing-Wei Mao, Zhong-Qun Tian. (2010). Electrochemically Assisted Fabrication of Metal Atomic Wires and Molecular Junctions by MCBJ and STM-BJ Methods. *ChemPhysChem*. 11, 2745 – 2755.
- 124.- Noima C (INTI-UNSAM (2010). Plataforma de nanosensores y bionanoinsumos para diagnóstico poc de enfermedades infecciosas (NANOPOC) <https://studylib.es/doc/2658050/plataforma-de-nanosensores-y-bionanoinsumos-para-diagn%C3%B3st...>
- 125.- Pradhan A, Lahare P, Sinha P, Singh N, Bhanushree G, Kamil K, Kallol KG, Ondrej K. (2021). Review Biosensors as Nano-Analytical Tools for COVID-19 Detection. *Sensors*, 21 (23), 7823- 7849.
- 126.- Alafeef, M.; Dighe, K.; Moitra, P.; Pan, D. (2020). Rapid, ultrasensitive, and quantitative detection of SARS-CoV-2 using antisense oligonucleotides directed electrochemical biosensor chip. *ACS Nano*, 14, 17028–17045.
- 127.- Miripour, Z.S.; Sarrami-Forooshani, R.; Sanati, H.; Makarem, J.; Taheri, M.S.; Shojaeian, F.; Eskafi, A.H.; Abbasvandi, F.; Namdar, N.; Ghafari, H.; et al. Real-time diagnosis of reactive oxygen species (ROS) in fresh sputum by electrochemical tracing; correlation between COVID-19 and viral-induced ROS in lung/respiratory epithelium during this pandemic. *Biosens. Bioelectron*. 2020, 165, 112435.
- 128.- Cesewski, E.; Johnson, B.N. Electrochemical biosensors for pathogen detection. *Biosens. Bioelectron*. 2020, 159, 112214.
- 129.- Mobed, A.; Shafigh, E.S. Biosensors promising bio-device for pandemic screening “COVID-19”. *Microchem. J*. 2021, 164, 106094.
- 130.- Gohel, H.A.; Upadhyay, H.; Lagos, L.; Cooper, K.; Sanzetenea, A. Predictive maintenance architecture development for nuclear infrastructure using machine learning. *Nucl. Eng. Technol*. 2020, 52, 1436–1442.
- 131.- Lukas, H.; Xu, C.; Yu, Y.; Gao, W. Emerging Telemedicine Tools for Remote COVID-19 Diagnosis, Monitoring, and Management. *ACS Nano* 2020, 14, 16180–16193.
- 132.- Ting, D.S.W.; Carin, L.; Dzau, V.; Wong, T.Y. Digital technology and COVID-19. *Nat. Med*. 2020, 26, 459–461.
- 133.- Ting, D.S.W.; Carin, L.; Dzau, V.; Wong, T.Y. Digital technology and COVID-19. *Nat. Med*. 2020, 26, 459–461.
- 134.- Xue, Q.; Kan, X.; Pan, Z.; Li, Z.; Pan, W.; Zhou, F.; Duan, X. An intelligent face mask integrated with high density conductive nanowire array for directly exhaled coronavirus

aerosols screening. Biosens. Bioelectron. 2021, 186, 113286.

- 135.- Rabiee, N.; Bagherzadeh, M.; Ghasemi, A.; Zare, H. Point-of-Use Rapid Detection of SARS-CoV-2: Nanotechnology-Enabled Solutions for the COVID-19 Pandemic. Int. J. Mol. Sci. 2020, 21, 5126.
- 136.- Ayankojo AG, Boroznjak R., Reut J, Öpik A, Syritski V (2022). Molecularly imprinted polymer based electrochemical sensor for quantitative detection of SARS-CoV-2 spike protein. Sensors and Actuators B: Chemical, 353 pp. 131160.

EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA: UN BREVE RECORRIDO HISTÓRICO CONCEPTUAL

EDUCATION AND PEDAGOGY: A BRIEF CONCEPTUAL HISTORICAL JOURNEY

Pedro A. Certad Villarroel

Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad Metropolitana.
Caracas, 5101 Venezuela; e-mail: pcertad@unimet.edu.ve

Recibido: 02-05-2022

Aceptado: 24-06-2022

Resumen

En diversos contextos, Pedagogía y Educación son términos tomados como sinónimos aun cuando sus acepciones conceptuales divergen tanto en su significado como en su momento de aparición en la historia. Este aspecto merece especial atención y se precisa de su aclaratoria tanto en el curso formal de los estudios profesionales de la Educación, como en el diálogo académico de aquellos que, aun cuando se han formado en otras áreas del conocimiento, se desempeñan en un aula de clase. Este ensayo presenta una aproximación histórica que dibuja la aparición y evolución de ambos conceptos desde el mundo griego hasta nuestros días, tomando como referentes aquellos pensadores hitos que los han conceptualizado de forma concreta, aclarando que, una cosa es Educación y otra es Pedagogía.

Palabras clave: educación, pedagogía, conceptos.

Abstract

In various contexts, Pedagogy and Education are terms taken as synonyms even though, their conceptual point of view diverges both in their meaning and in their moment of appearance in history. This aspect deserves special attention, and its clarification is needed both in the formal course of professional studies of Education and within the academic dialogue of those who, although they have been trained in other areas of knowledge, work in a classroom. This essay presents a historical approach that draws the appearance and evolution of both concepts from the Greek world to the present, taking as reference thinkers milestones that have conceptualized them in a concrete way leaving clarity in that, one thing is Education and another one is Pedagogy.

Keywords: education, pedagogy, concepts.

Pedro A. Certad Villarroel: Postdoctorado en Ciencias de la Educación y Doctor en Educación, Universidad Central de Venezuela. Licenciado en Educación con Postgrados en Gerencia de Instituciones Educativas y en Tecnología, Aprendizaje y Conocimiento, Universidad Metropolitana. Profesor de Química adscrito al Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad Metropolitana. Email: pcertad@unimet.edu.ve

Introducción

En el estudio de las tendencias pedagógicas de este siglo y el pasado, es de capital importancia el manejo originario de estos dos conceptos, por tanto, este ensayo tiene la intención de desarrollar bases temáticas que permitan aclarar la visión de ideas, relaciones y conceptos que enmarcan la Educación y la Pedagogía, inicialmente a partir de las ideas de Platón, Comenio, Rousseau, Kant, Herbart, Dilthey, Durkheim y Dewey y, a posteriori, desde los teóricos contemporáneos Luzuriaga y Larroyo.

El origen conceptual

Remontados hacia lo que podría ser los orígenes de la Educación, en el mundo griego, Platón¹ en sus Diálogos, específicamente en República, deja ver, en la idea de Paideia, una aplicación de la Educación y la relaciona con el Areté, quedando sugerida la estrecha relación entre el cultivo del cuerpo y el cultivo del alma. Concretamente, Platón sugiere, desde sus diálogos, que la Educación es la actividad enfocada a adquirir, y aprender un conocimiento o una habilidad, pudiendo esta Educación solo ser desarrollada por el sofista. En cuanto al concepto de Pedagogía, el filósofo, aunque apunta algunos elementos de ésta como el Aya y el Didáscalo no es concreto en una conceptualización.

Siglos más tarde, Comenio, con una visión un poco innatista y de refinamiento considera a la educación como el “disparador de la completud humana” que parte de la enseñanza y como medio de perfeccionamiento del humano, vincula la Educación con la Cultura creyendo que la educación es el fundamento para el orden social, tal como se expresa:

“Quede, pues, sentado que a todos los que nacieron hombres les es precisa la enseñanza, porque es necesario que sean hombres, no bestias feroces, no brutos, no troncos inertes. De lo que se deduce, que tanto más sobresaldrá cada uno a los demás. (p. 26,36,42) cuanto más instruido esté sobre ellos².”

Comenio deja ver una visión de la pedagogía

que se basa en la enseñanza y el método. Al igual que Platón y a pesar de la distancia cronológica, Comenio tampoco concreta en un concepto de pedagogía más allá que el de una nueva didáctica.

Luego, Rousseau cree que la Educación es el medio para corregir las deficiencias de la Sociedad. A diferencia de Comenio, Rousseau considera que al ser humano hay que proveerle de aquello que no le fue provisto al nacer, a través de la Educación, algo similar a la idea Lockean de la tábula rasa:

“Nacemos débiles, necesitamos fuerzas; nacemos desprovistos de todo, necesitamos asistencia; nacemos estúpidos, necesitamos juicio. Todo cuanto no tenemos en nuestro nacimiento y que necesitamos de mayores, nos es dado por la educación....Esta palabra de educación tenía entre los antiguos un sentido distinto, que nosotros ya no le damos: significaba nutrición. La comadrona trae al mundo, dice Varrón, la nodriza cría, el pedagogo forma, el maestro enseña. De este modo la educación, la institución y la instrucción son tres cosas tan diferentes en su objeto como el Aya, el preceptor y el maestro³.”

La Educación no es casual sino un efecto de la naturaleza y de otros hombres. Aún en este momento se considera la Educación como Arte más que como Ciencia.

E. Kant, con claras influencias Rousseauianas en cuanto a la necesidad del hombre a desarrollarse por medio de la educación, coincide con Comenio en vincular la educación y la cultura. Destaca categorías como formación y disciplina. A partir de su Crítica a la Razón Pura, tanto su filosofía de la educación como alguna teoría educativa están empujadas por la razón y presentadas como una facultad humana y premisa universal del pensamiento y el comportamiento para el perfeccionamiento humano. Kant hace una clara identificación de la Educación como arte:

“Toda educación es un arte, porque las

disposiciones naturales del hombre no se desarrollan por sí mismas. ... El hombre tiene necesidad de cuidados y de educación. La educación comprende la disciplina y la instrucción. ... La educación comprende: los cuidados y la formación. Ésta es: a) negativa, o sea la disciplina, que meramente impide las faltas; b) positiva, o sea la instrucción y la dirección; perteneciendo en esto a la cultura⁴.”

Para Kant, la Pedagogía merece un cuerpo teórico y la identifica como el arte de la educación la cual requiere ser razonada, afirma que:

“La Pedagogía o teoría de la educación es o física o práctica. La educación física es aquella que el hombre tiene de común con los animales, o sea los cuidados. La educación práctica o moral es aquélla mediante la cual el hombre debe ser formado para poder vivir, como un ser que obra libremente⁴.”

Luego, con Herbart, la Educación es ese proceso que busca el método adecuado para formar, instruir y disciplinar al educando. Es importante el énfasis que hace Herbart en las especificaciones de cada Ser y se centra en la educabilidad, en una realidad, alejándose de posiciones idealistas, presentadas en Herbart (s.f.):

“El concepto de educabilidad (ductilidad, plasticidad) es de más vasta extensión. Se extiende casi hasta los elementos de la materia. Esencialmente se le puede seguir hasta en aquellos elementos que inter- vienen en el cambio material de los cuerpos orgánicos. De la educabilidad volitiva se hallan rastros en las almas de los animales más nobles. Pero la educabilidad de la voluntad para la moralidad sólo la reconocemos en el hombre⁵.”

En cuanto al concepto de Pedagogía, Herbart supera la idea intuitiva Kantiana y la propone como Ciencia que se nutre de la Filosofía Práctica y de la Psicología, tal como lo menciona en Herbart (s.f.):

“La pedagogía, como ciencia, depende de la filosofía práctica y de la psicología. Aquella muestra el fin de la educación; ésta, el camino, los medios y los obstáculos. Con esto se expresa también la dependencia de la pedagogía, de la experiencia, ya porque la filosofía práctica admite ser aplicada a la experiencia, ya porque la psicología arranca no sólo de la metafísica, sino también de la experiencia concebida rectamente por la metafísica. Pero el simple conocimiento humano empírico satisface tanto menos a la pedagogía, cuanto más variable es una época respecto a su moral, costumbre y opiniones⁵.”

Por su parte, Dilthey coloca a la Educación como una función social y su análisis a través de dos medios: la comparación de hechos y la creación de relaciones entre estos hechos. Como hecho social toma en cuenta la Historia y en ella los progresos de la ciencia y el estado cultural del pueblo:

“La educación es la influencia intencional sobre la generación en desarrollo, que quiere dar a los individuos no desarrollados una determinada forma de vida, un determinado orden de las fuerzas espirituales. El ideal de educación que desearía realizar está condicionado siempre históricamente⁶”

Para Dilthey, al igual que para Herbart, existe un vínculo entre Filosofía y Pedagogía, y admite esta última como Ciencia. Cree que la Pedagogía es un conocimiento que proviene de la Psicología y la Ética, aclarando que, de la Psicología no se deriva Pedagogía alguna, y que la Pedagogía no es la solución a todos los problemas de enseñanza. Al igual que Comenio y Kant en la Educación, Dilthey le da peso a la Cultura en la Pedagogía en cuanto a la participación del educador y el alumno como sujetos históricos.

Se denota que Durkheim sigue notoriamente la línea de Kant, Herbart y de Dilthey pero ahora, sin deshacerse de lo histórico considera lo sociológico y a la educación como una entidad social que se genera

desde las relaciones entre los individuos y presenta la educación como:

“la acción ejercida por las generaciones adultas sobre aquéllas que no han alcanzado todavía el grado de madurez necesario para la vida social. Tiene por objeto el suscitar y desarrollar en el niño un cierto número de estados físicos, intelectuales y morales que exigen de él tanto la sociedad política en su conjunto como el medio ambiente específico al que está especialmente destinado⁷”.

Para Durkheim, la Pedagogía es concebida de manera particular como una teoría-práctica relegada a un papel intervencionista:

“La Pedagogía consiste no en actos, sino en teorías. Esas teorías son formas de concebir la educación, en ningún caso maneras de llevarla a cabo. A veces, incluso, se diferencian de las prácticas en uso hasta el extremo de entrar en franca oposición con ellas. La Pedagogía de Rabelais, la de Rousseau o la de Pestalozzi, están en oposición con la educación impartida en sus respectivas épocas. De donde se desprende que la educación no es más que la materia de la pedagogía. Esta última estriba en una determinada forma de pensar respecto a los elementos de la educación⁷”.

Por su parte, Dewey, al igual que Rousseau, se centra en la Educación, más no en la Pedagogía. Incorpora ideas kantianas como la formación moral, de Herbart la idea de formación y de Durkheim la interacción social y muestra a la educación como una formación vinculada a la crianza y a la instrucción, una suerte de unión de la naturaleza-experiencia, educación incidental-educación sistemática. Lo que hasta este momento se consideraba un medio, para Dewey es un proceso definido como:

“Cuando tenemos en cuenta el resultado del proceso, hablamos de la educación como actividad estructuradora, moldeadora, formadora, es decir, de una estructuración según la forma

normativa de la actividad social⁸.”

Una vez paseado por los teóricos clásicos se desemboca en los teóricos contemporáneos y la conservación, modificación y refinamiento de las ideas originarias de Educación y Pedagogía entre otros conceptos.

Luzuriaga⁹ evidencia trazas del pensamiento de Dilthey y Durkheim expresando que “la educación constituye una realidad esencial de la vida individual y social humana, que ha existido en todas las épocas y en todos los pueblos”. Por su parte, Larroyo¹⁰ entiende la Educación como “un proceso por obra del cual las nuevas generaciones se apropian de los bienes culturales de una comunidad”.

Es posible reconocer que ambos proponen una Educación como hecho social y humano y la Pedagogía como ciencia ocupada de su estudio. Surge entonces la idea de considerar a la Pedagogía como Ciencia de la Educación, tal como lo menciona Luzuriaga⁹: “la Pedagogía puede ser un arte, una técnica, una teoría y una filosofía, esencialmente la Pedagogía es la Ciencia de la Educación” y delimita que:

“La pedagogía como ciencia de la educación no está integrada por una serie heterogénea de hechos y leyes, sino que, como toda ciencia, constituye un conjunto organizado y sistemático de conocimientos, posee una estructura propia. En esta estructura pueden distinguirse, como se ha dicho, tres partes esenciales, prescindiendo de la parte histórica⁹”.

Larroyo¹⁰, puntualiza que:

“Por mucho tiempo, la pedagogía discurrió entre una confusa corriente de opiniones, reglas y caprichosas modalidades. En la actualidad se perfila como una ciencia auténtica, con territorio propio, objeto preciso y métodos peculiares, aunque indisolver sus vínculos con otras ciencias.”

Y demarca a este respecto que:

“La pedagogía sistemática comprende

la ontología pedagógica, la axiología y teleología de la educación, la didáctica, la organización y administración educativas. Las ciencias auxiliares de la pedagogía son la biología, la psicología, las ciencias sociales (sociología, historia, economía, política, derecho) y la filosofía¹⁰.”

Pareciera entonces que se va abriendo un espacio de claridad entre sendos conceptos y que su estudio ameritaría de espacios que, aunque separados, no son excluyentes.

Reflexiones finales

Finalmente, una cosa es Educación y otra cosa es Pedagogía. La pedagogía viene a ser la ciencia de la educación; por tanto, la educación es el objeto de la pedagogía. La pedagogía estudia el fenómeno educativo desde dos perspectivas: la teórica, que trata

de averiguar cómo se produce la educación y la práctica, que se propone averiguar cómo debe llevarse a cabo esta educación. Henz¹¹ Como lo expresa Nassif¹²: “la pedagogía es la disciplina, el estudio o el conjunto de formas, que se refieren a un hecho o a un proceso o actividad, la educación”.

Lo que hace posible la educación es la capacidad que tiene el ser humano de ser educado. Y educar no es sino actualizar su perfectibilidad García Hoz¹³, si fuese perfecto no tendría sentido ser educado. Hay quienes han entendido al ser humano como algo que puede recibir cualquier forma, que necesariamente hay que dársela. Otros, por el contrario, establecen que el ser humano es arrojado a la vida con una estructura determinada, que desde que nace está ya hecho del todo. Lo que no cabe a duda es que la educación modifica al ser humano.

Referencias

- 1- Platón (1962), Diálogos, México: Porrúa.
- 2- Comenio J. Didáctica magna. México: Porrúa; 1982. (p. 22-23).
- 3- Rousseau J. Emilio, o de la educación. La Villa y Corte de Madrid: Alianza Editorial; 1998. (p. 38-39, 40).
- 4- Kant I. Pedagogía. La Villa y Corte de Madrid: Akal; 1991 (p. 35, 31, 40,45).
- 5- Herbart JF. (s/f), Bosquejo para un curso de pedagogía. Madrid, Ediciones de La Lectura: s. f (p. 9).
- 6- Dilthey W. Fundamentos de un sistema de pedagogía, Buenos Aires: Losada. Buenos Aires: Losada; 1940 (p. 125).
- 7- Durkheim E. Educación y sociología. Barcelona: Península; 1975 (p. 106).
- 8- Dewey J. Democracia y educación. Una introducción a la filosofía de la educación. Madrid: Morata; 1997(p. 21).
- 9- Luzuriaga L. Pedagogía. Buenos Aires: Losada; 1940 (p. 24,33,37).
- 10- Larroyo F. La ciencia de la educación. México: Porrúa; 1949 (p.26,36,42).
- 11- Henz H. Tratado de Pedagogía Sistemática. Barcelona: Herder; 1976 (p. 17-18).
- 12- Nassif R. Pedagogía General. Buenos Aires: Kapelusz; 1958. (p. 3).
- 13- García-Hoz V. Principios de Pedagogía Sistemática. Madrid: Rialp.; 1981.

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,

Criterios de Evaluación y 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 intelectual, con las excepciones que se estipulan en el Convenio de Publicación y no podrán ser reproducidas por ningún medio sin la autorización escrita del comité editorial.

Los autores deberán indicar, al final del manuscrito, 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 relevante en Ciencia, Tecnología e información para su 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 10 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 diez (10) cuartillas, incluyendo figuras y tablas, las que deberán cumplir las condiciones que para ellas se establezca.

Artículos de difusión:

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

Ensayos:

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

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.

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 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 10 páginas y un máximo de 20 (excepto para las revisiones, que no tendrán límites de páginas), incluyendo 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.

Cuerpo del Artículo:

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:

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 mencionar los argumentos que las soportan, los logros extraídos en la discusión de los resultados, expresadas en frases cortas y breves.

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 nítidas y bien contrastadas, sin zonas

demasiado oscuras o extremadamente claras. (www.saber.ula.ve).

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 al 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, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA) de la Universidad de Los Andes, siendo necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total.

Sitio Web

Web Repositorio Institucional SaberULA

Dirección institucional

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

Instructions for authors

Instructions for authors

The official language of the journal is Spanish, although it could be considered papers in English to reach a wider audience.

Evaluation Criteria and Conditions

General:

The technical contributions that are published must be framed in the requirements established by this standard and accepted by the Editorial board.

The works published in RITE are its intellectual property, with the exceptions that are stipulated in the Publication Agreement and may not be reproduced by any means without the written authorization of the editorial board.

Authors must indicate, at the bottom of the manuscript first and last name, academic title, place of work, position they hold and full address, including email

Contributions

The editorial board accepts seven types of contributions for publication:

Technical papers, applied engineering papers, short communications, reviews, technical notes, essays and diffusion papers.

Technical Papers:

Are those contributions that, in addition to informing news and advances in the specialties covered by RITE, are the result of a research work, either bibliographic or experimental, in which results have been obtained, discussed, leading to reliable conclusions, that mean a relevant contribution in Science, Technology and information.

Papers of applied engineering and education:

They could be the result of graduate thesis (Specialization, Master degree and Doctorate) or research in the academic and industrial field, either experimental and / or theoretical, that means a technological contribution for solving specific problems in the industrial sector and in education.

Communications:

These are reports of original research resulting from any field of education, basic or applied sciences, aimed at a specialized audience. It could cover up to 10 pages.

Reviews:

These are papers requested, by invitation, of the editorial board and comment on the most

recent literature on a particular specialized topic.

Technical notes:

Are those contributions produced by research aimed at informing news and / or advances in the subjects covered by RITE. They may be submitted in a maximum length of ten (10) pages, including figures and tables, which must meet the conditions previously established for them.

Diffusion papers:

Are those that report an idea including current events, related to the projection of the journal, without going into details.

Essays:

These are texts that analyze, interpret or evaluate a particular research topic. Supported arguments and opinions are requested.

The editorial board reserves the right to select technical, educational and applied engineering papers consigned for publication, after consulting, at least, two reviewers.

Papers submitted for publication must be unpublished before. Those papers containing material that has been reported elsewhere or that have been offered by the author or authors to other national or international broadcasting bodies for publication will not be accepted.

Rules for submitting papers and documents:

All contributions must be prepared using Microsoft office Word processor at 1.5 spacing on letter size paper, Arial 12, with all margins at 2.5 cm, their digital version should be sent as an attachment.

All papers, should have a minimum of 10 and a maximum of 20 pages (except for the reviews that have a free number of pages), including illustrations (figure + tables).

Composition:

All papers must be divided as follows:

Titles in English and Spanish, Full name of authors and affiliation institution, abstract and keywords in English and Spanish, introduction, development, conclusions, acknowledgements and bibliographic references.

Title:

It must be brief, precise and codable, without abbreviations, parentheses, formulas or unknown characters. It should contain the fewest words that express the subject of the paper and enable its registration in the international indexes. The author should also indicate a shorter title to be used as the heading for each page.

Full name of the authors:

In addition to indicating the name and surname of the authors, on a separate page the academic title, place of work, position and full address will be cited, including telephone and email.

Abstract and keywords:

They must, Concisely, mean the objectives, methodology, results and most relevant conclusions of the study, with a maximum length of 200 words. It should not contain abbreviations or bibliographic references and its content should be understandable without having to resort to the text, tables and figures. At the end of the abstract, include 3 to 5 keywords that describe the subject of the work, in order to facilitate inclusion in international indexes

Titles, abstract and words in English:

(Abstract and keywords). It is the English version of the title, abstract and keywords in Spanish. Introduction: It presents the foundation of the study, the state of the art in a concise way, statement of the problem and objective of the work.

Body of the paper:

It is presented in various sections:

Methods and Materials:

Where the research design is described and how it was carried out, the technical specifications of the materials, quantities and preparation methods are explained.

Results:

Where the information pertinent to the objectives of the study and the findings are presented in logical sequence.

Discussion: Where the results will be examined and interpreted that allow drawing the Conclusions derived from those results with the respective arguments that support them.

Conclusions:

This section summarizes, without mentioning the supporting arguments, the achievements obtained in the discussion of the results, expressed in short and brief sentences.

Bibliographic References:

Avoid any reference to communications and private documents of limited diffusion, not universally accessible, the references should be cited and numbered sequentially in the text with Arabic numbers in brackets. (Citation order system), at the end of the paper, the sources will be indicated, as expressed below, in the same order in which they were cited in the text, depending on whether they are:

Books:

Author (s) (surnames and initials of the names). title, volume or volume number (if there is more than one), edition number (2nd onwards), place of publication, city, name of the publisher, number (s) of pages (s), year.

Journal papers:

Author (s) of the paper (surname and

initials), year, paper title, journal name, volume number, issue number, number (s) of pages (s).

Contributions to congresses and symposia Author (s), (surname and initials of the names), title of the work, name of the event, date, number (s) of page (s).

Publications in electronic media:

If it is information consulted on the internet, all the data will be consigned as indicated for books, journal papers and papers presented at events, adding a website and update date; If it is other electronic means, the data that facilitate the location of the publication will be indicated. Illustrations: Include in the text a maximum of 12 (twelve) illustrations (figures and tables).

Figures:

All graphics, drawings, photographs, diagrams must be called figures and numbered with Arabic numbers in correlative order, with the explanatory legend that is not limited to a title or a text reference at the bottom and located immediately after the paragraph in which it is cited in the text. Photographs must be sharp and well contrasted, without areas that are too dark or extremely light.

Tables:

Tables must be numbered with Arabic numbers and legends at the top and immediately after the paragraph in which they are cited in the text. As for the figures, the legends should be explanatory and not limited to a title or a text reference.

Units:

It is recommended to use the units of the metric system, if there is a need to use units of the Anglo-Saxon system (inches, pounds, etc.), the equivalents in the metric system must be indicated.

Acronyms and abbreviations:

If little-known acronyms and abbreviations are used, their meaning will be indicated the

first time they are mentioned in the text and, after that, the acronym or abbreviation will be enough.

Formulas and equations:

Papers that contain equations and formulas in Arabic must be generated by updated equation editors with numbering on the right hand side.

Technical standards for design and version:

Electronic format. The established layout must be respected and the originals published in the editions of this Journal are the property of the Council for Scientific, Humanistic, Technological and Arts Development (CDCHTA) of the University of The Andes, being necessary to cite the origin in any partial or total reproduction.

Web Site:

SaberULA Institutional Repository (www.saber.ula.ve).

Institutional Directorate:

Hacienda Judibana. Kilometer 10, La Pedregosa Sector. The Watcher - 5145- Edo. Mérida

Contacts Tel:

0275-8817920 / 0414-0078283 e-mail: riteula2017@gmail.com

*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 **Volumen 5, N° 2**, publicada en el repositorio institucional saberula Universidad de Los Andes – Venezuela*
www.saber.ula.ve
info@saber.ula.ve

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



Objetivos Generales del CDCHTA

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

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

Objetivos Específicos

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

Estructura

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

Proyectos.

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