



**R**evista de **I**ngeniería  
**Y**  
**T**ecnología **E**ducativa



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES  
VENEZUELA

Núcleo Universitario Alberto Adriani



**GIIIE**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIO  
EN INGENIERÍA Y EDUCACIÓN

Enero - Junio 2023

Volumen 6, N° 1

**Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)**  
**Universidad de Los Andes,**  
**Núcleo Universitario Alberto Adriani**  
**Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339**  
**Volúmen 6, N° 1, Enero - Junio 2023**

**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 y 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 6, N° 1, Enero - Junio 2023**

# 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

### **Editores Invitados**

Dr. Jairo Márquez (ULA Mérida - Venezuela)  
Dra. Olga Márquez (ULA Mérida - Venezuela)

### **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

EL FENÓMENO EDUCATIVO EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES: APROXIMACIÓN DESDE LAS BASES NEUROCIENTÍFICAS

**Rubén Darío Belandria Rondón**

8

### ARTÍCULOS

ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADA EN LAS COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
PARTE II: MARCO METODOLÓGICO, HALLAZGO Y APROXIMACIÓN TEÓRICA

**Milagro Montilla, Domingo Alarcón**

12

ANALIZADOR SIMBÓLICO DE REDES ELÉCTRICAS PARA ESTABILIDAD Y PASIVIDAD DE CUADRIPOLOS

**Francisco J. Vilorio M., Francisco J. Araujo R., Adán G. Amórtegui G.**

26

ENTORNO VIRTUAL EN LA PLATAFORMA MOODLE COMO RECURSO PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONTABILIDAD

**Katihuska Alvarez Santiago**

40

### REVISIONES

VECTOR ENERGÉTICO: HIDRÓGENO MULTICOLOR (CON ELECTROQUÍMICA)

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

65

ELECTROMOVILIDAD PARA UN MEDIOAMBIENTE MÁS LIMPIO

**Carlos Marschoff, Jairo Márquez P., Olga P. Márquez**

79



---

Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)  
Universidad de Los Andes,  
Núcleo Universitario Alberto Adriani  
Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339  
Volúmen 6, N° 1, Enero - Junio 2023

# Tabla de Contenido

## Tabla de Contenido

ASPECTOS AMBIENTALES DE LA ELECTROMOVILIDAD  
**Carlos Marschoff, Jairo Márquez P., Olga P. Márquez**

92

**NORMAS PARA LOS AUTORES**

118

# Index Index

## PRESENTATION

THE EDUCATIONAL PHENOMENON IN THE NATURAL SCIENCES LEARNING  
APPROACH FROM THE NEUROSCIENCE BASIS

**Rubén Darío Belandria Rondón**

8

## ARTICLES

CHEMISTRY TEACHING BASED ON THE COMPETENCES OF HIGHER  
EDUCATION STUDENTS  
PART II: METHODOLOGICAL FRAMEWORK, FINDING AND THEORETICAL  
APPROACH

**Milagro Montilla, Domingo Alarcon**

12

SYMBOLIC ELECTRIC NETWORKS ANALYZER FOR STABILITY AND  
PASSIVITY OF TWO PORT NETWORKS

**Francisco J. Vilorio M., Francisco J. Araujo R., Adán G. Amórtegui G.**

26

VIRTUAL ENVIRONMENT IN THE MOODLE PLATFORM AS A RESOURCE  
FOR THE TEACHING OF ACCOUNTING

**Katihuska Alvarez Santiago**

40

## REVIEWS

ENERGY VECTOR: MULTICOLOR ED HYDROGEN (WITH ELECTROCHEMISTRY)

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

65

ELECTROMOBILITY FOR A CLEANER ENVIRONMENT

**Carlos Marschoff, Jairo Márquez P., Olga P. Márquez**

79

---

**Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)**  
**Universidad de Los Andes,**  
**Núcleo Universitario Alberto Adriani**  
**Depósito Legal ME2018000068, ISSN: 2665-0339**  
**Volúmen 6, N° 1, Enero - Junio 2023**

# Index Index

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ELECTROMOBILITY  
**Carlos Marschoff, Jairo Márquez P., Olga P. Márquez**

---

**92**

**NORMS TO AUTHORS**

---

**118**

# Presentación

## Presentación

### **EL FENÓMENO EDUCATIVO EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES: APROXIMACIÓN DESDE LAS BASES NEUROCIENTÍFICAS**

### **THE EDUCATIONAL PHENOMENON IN THE NATURAL SCIENCES LEARNING APPROACH FROM THE NEUROSCIENCE BASIS**

#### **Rubén Darío Belandria Rondón**

Facultad de Humanidades y Educación, Escuela de Educación, Departamento de Pedagogía y Didáctica  
Grupo de Investigaciones Neuroeducativas (GINES). Universidad de Los Andes Mérida, 5101, Venezuela.  
e-mail: rubendpdula@gmail.com

El ser humano en todo su esplendor social, cultural, espiritual, político y económico, traduce su visión ontogenética permeada de un origen particular, único y progresivo de la evolución en tiempo y espacio; afianzando en el transitar el fenómeno de la educación en una construcción plenamente humana. Las diversas insinuaciones de las relaciones humanas, se concretan en el aprendizaje marcado por el contexto de acuerdo a épocas, momentos, lugares y personas con preceptos propios, cultivados, cuestionados y referenciados en la arena, las rocas, papiros y pantallas, con estructuras del metalenguaje y discurso del conocimiento. Por su parte, las circunscripciones en el pensar, hacer y sentir de las capacidades evolutivamente evidentes en nuestra época, se van amalgamando en construcciones teóricas con valor científico y social, como la supervivencia del más apto, el reconocimiento de la reflexión de los actos de bondad y honestidad, y la capacidad de diseñar grandes estructuras y luego concretarlas para solucionar problemas de interés común.

En esta oportunidad, las consideraciones más atrevidas sobre el contexto educativo han dejado de ser retóricas, tomando fuerza en los últimos años de la existencia humana, con nuevos desafíos y nuevas oportunidades de mejora, concibiendo la versatilidad, la intra, inter y transdisciplinariedad, la integración, siendo provocativa, cuestionable, reflexiva y propositiva en la condición del hacer al Homo sapiens más humano en hilada conexión con la vida, proyectando la generosidad y la solidaridad como principios de continuidad de la existencia de la especie. De la misma forma, el arqueo antropológico y epistemológico desarrollado en el marco de los homínidos hasta el Homo sapiens, ha sido sistemática, organizada, integrada y contextualizada, erigiendo maneras de entender la cultura, las ciencias y las artes en su progresividad social y económica.

Aun cuando la trama dirigida por el ser humano se encuentra en permanente evolución y en continuo aprendizaje de sus entornos, emerge en miras al análisis el pensamiento protoeducativo (lo previo a la educación como la conocemos hoy) desde la existencia de las especies que dieron origen al ser que hoy se ha percatado de estas cortas líneas, de un marco de investigación con amplio significado y enorme cuantía en el peregrinar de este mundo. Lo indicado ha requerido de la atención de los entramados ocultos con puntadas cortas, precisas y profundas sobre el entramado epistemológico, teleológico y axiológico en la sustentabilidad del entendimiento humano. En consecuencia, se vislumbra su existencia fuera de la creación dogmática, sino construida en progresivos cambios genéticos, anatómicos, fisiológicos y adaptativos en las condiciones favorables para su evolución durante millones de años.

Para ilustrar este contexto, las relaciones definidas entre los elementos fisiológicos del ser humano, las formas en que interactúa con el medio para aprender y desarrollar nuevos



conocimientos, establecen bases fundamentales de la neurociencia. En este caso en particular, es preciso en el campo de la educación en todos los niveles y modalidades del Sistema Educativo Venezolano generar acercamientos rigurosos entre la neurociencia y la neuroeducación, y vigilar el andamio del cómo hacerla versátil e integral: la neurodidáctica. El reconocimiento de esto, los principios y procesos pedagógicos articulados con los procesos neurodidácticos como la conceptualización, construcción teórica (modelos), resolución de problemas, contextualización crítica y vinculación comunitaria, todo enmarcado en el proceso de investigación – creación – innovación – acción, y a su vez, transversalizado por los procesos de planificación y evaluación contextual de las realidades educativas de acuerdo a sus entornos culturales, sociales, espirituales y económicos. En su andar hace significados, acciones y reflexiones del pensamiento humano interconectados por millones de redes neuronales en el cerebro.

De acuerdo a los procesos neurodidácticos, es pertinente y oportuno preguntarse ¿Cómo aprendemos a construir conceptos en las ciencias naturales en la mediación entre el lenguaje común, cotidiano y el lenguaje técnico especializado? En el marco de esta premisa, la conceptualización de aspectos históricos y construcción de definiciones en las ciencias naturales, es decir, argumentos epistemológicos desarrollados, se dan en ciertas regiones específicas de la zona neocórtex del cerebro humano consolidando el pensamiento racional, al igual la construcción teórica de modelos nominales y operaciones que apoyan la generación de redes neuronales fortaleciendo la memoria a corto plazo y conectando la memoria de trabajo con la memoria potencial de largo plazo, envolviendo los efectos en el aprendizaje significativo. Por su parte, la motivación del estudiante se promueve en conjunto con el docente, al sentirse atendido por su entorno y niveles de conceptualización, uso de modelos, en efecto, la forma en que se proyectan los conocimientos previos, vinculado a las redes estructuradas en la zona límbica y reptiliana como puntos de contacto e interpretación del y con el contexto.

Estas razones insipientes en el pensamiento común, pero forjadas en el racional, operativo y emocional, dan lugar al conflicto cognitivo como principio pedagógico movilizador de aprendizajes, también definido como enfoque de la enseñanza, siendo el estudiante quien construye y elabora modelos (construcción teórica – conceptualización – contextualización). Los nuevos conocimientos relacionados con principios científicos, fundamentan lo sistemático, sensitivo e incluso intuitivo en las asociaciones, esquematizaciones y verbalizaciones en el cerebro. El cambio conceptual puntualiza y cuestiona en el estudiante sus límites de saberes alternativos en contraparte al conocimiento epistemológico de las ciencias, por ende, activa el proceso metacognitivo. Otro proceso neurodidáctico que se ha considerado es la Investigación, creación, innovación – acción; es un proceso transdisciplinario que toca elementos cognitivos, motores y afectivos en el cerebro; así, el procesamiento, construcción y elaboración de la información se integra como estrategia de aprendizaje, constituyendo procesos cognitivos superiores como la creatividad, la inteligencia, el lenguaje. En efecto se hace necesario la búsqueda, recepción, identificación, secuenciación y ejecución de la información con el contexto, pero fundamentada en los principios científicos.

Al concebir el camino cautivador de nuevos y significativos aprendizajes, la aplicación y evaluación como principios pedagógicos se enlazan con los procesos neurodidácticos de resolución de problemas, contextualización crítica y vinculación comunitaria. Al reconocer lo que se aprende va en sintonía con la convergencia de la relación teórico – práctica – emocional de las acciones emprendidas en el para qué se aprende. Por su parte, el aprendizaje significativo se engrana entre lo nuevo y lo existente, pero cada uno de los estudiantes es un ser humano único y diferente con constructos culturales y sociales influenciados de manera particular, con una carga genética a considerar en sus capacidades de aprender e interactuar con sus pares. Este aporte establece un liderazgo con rasgo de entendimiento, versatilidad

y disposición para promover aprendizaje desde el profesorado en ciencias naturales. En virtud, la asimilación, la esquematización y construcción a la par de la verbalización como medio de interacción con y sobre el aprendizaje, proyecta competencias específicas como pensamiento crítico, relación sistémica del conocimiento científico, sustentabilidad de su aplicación a beneficio colectivo, y valoración del ser humano en equilibrio con su entorno.

Como puede inferirse, cada investigación, ensayo, comentario, palabra o frase, interconectadas con significado científico, social, político, cultural, artístico y económico en este nuevo número cautivador y profundo constructo teórico – práctico de la Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE), ha transitado, movilizado y consolidado estos procesos neurocientíficos, con trayectos diferentes de la valiosa formación y sensibilización de cada investigador aquí referenciado, tallando su nombre en letra viva, recorriendo el pensamiento racional, operativo y emocional; en consecuencia, sin ellos trabajando en conjunto no existiría aprendizaje, porque ese conocimiento mediado y construido se hace significativo en la medida que contribuye al bienestar de una sociedad globalmente influenciada y manipulada.

Las diferentes formas de aprender junto a las necesidades del contexto para resolver problemas por un lado, y por otro, sus estructuras fisiológicas, anatómicas y biológicas que les permite establecer conexiones neuronales en consonancia con constructos teóricos epistemológicos del conocimiento que subyace en lo racional. El aprendizaje se convierte en un proceso mediador de las conexiones neuronales creadas en función de un conocimiento, al estar involucrado un interés sobre ese fenómeno; es decir, la esencia se recrea en el aprender a aprender, promoviendo el pensamiento autónomo, autorregulado y complejo. En un todo integrado, cada investigador recrea procesos mentales ampliamente ligados al pensamiento racional – operativo – emocional, siendo engranajes inter y transdisciplinarios en la construcción de nuevos eslabones – estimulaciones de conceptos, leyes, principios e interacción en la comprensión de fenómenos naturales, y esto, ayuda a reducir el pensamiento espontáneo de quienes enseñan y consolida el de quienes aprenden.

Es acá donde la definición de memoria, coge fuerza y abrazaría la oportunidad de vincular la acción de aprender con lo aprendido, en esta mirada será interesante hacer alusión que una serie de procesos complejos suceden a la par del pensamiento consciente. Por ende, lo expresable de la acción de aprender va íntimamente relacionado con aquello que no es tan evidente, pero que enlaza relaciones entre diversas zonas del cerebro para que ocurra ese interesante fenómeno científico (la sinapsis), en la interacción por la diferencia de potencial (carga eléctrica) y los procesos químicos específicos (neurotransmisores – moléculas). En este sentido, si una neurona no tiene conexión con otra, ésta no cumple su función en el cerebro, por ende, la relación axón – dendritas de las conexiones neuronales junto a la diferencia de potencial generado por iones de algunos elementos químicos, recorren esta célula, ocasionando la liberación de moléculas químicas. Aunque este transitar pareciera simple, es más complejo; existen otros elementos que requieren de la atención minuciosa en otros escritos. Ahora bien, volviendo a la memoria, y en particular la implícita bajo mecanismos que llevan a la habituación y sensibilización; por el contrario, la explícita acrecentando la estimulación sináptica, esto se convierte en un circuito de estimulación por múltiples vías que producen pensamiento racional – emocional, es decir, un aprendizaje significativo. Siendo necesario reconocer principalmente lo importante de la cantidad de conexiones neuronales y no la cantidad de neuronas; acá el conocimiento se hace así mismo vivo, cautivador, motivador, versátil e integrado en el cerebro.

En efecto, la relación epigenética del aprendizaje está ligada a las estructuras biológicas y al contexto como medios modificadores de la conducta del ser humano; estas no están separadas, sino interrelacionadas. En consecuencia, el tejido complejo entre la memoria inmediata, la memoria de trabajo (activación de la región del hipocampo) y la memoria

a largo plazo, en especial, ésta última concibe un interés del qué, por qué y el para qué aprendo, siendo engranajes del pensamiento racional. De esta forma, se organizan competencias del actuar humano siendo su cerebro promotor de reacciones en cadena de diversos tipos de pensamientos vinculantes al espacio. Si se despierta el interés en el estudiante se produce motivación, por lo tanto, será importante plantearnos la idea de una secuencia neurodidáctica para canalizar esfuerzos y hacerlos más eficientes al momento de interactuar con el medio y los actores que hacen vida en el acto educativo.

Si la personalidad es un vehículo con cerebro (neurociencia) movido por un combustible activador del aprovechamiento eficiente de la energía (Motivación) para alcanzar resultados de aprendizajes pertinentes en su contexto personal, social y profesional, para satisfacer las necesidades mentales y corporales, se estaría construyendo modelos emergentes de interacción estrechamente hilados con las acciones de aula, el docente y el estudiante, y porque no, de la humanidad. Contextualizando las ideas expuestas, se acerca y moviliza el interés del estudiante por aprender, esto converge en el desarrollo de una actitud crítica, creativa, reflexiva y propositiva. En este ambiente, los procesos neurodidácticos son un camino para promover el aprendizaje significativo de las ciencias naturales, y a su vez, el transitar del Homo sapiens más humano.

# ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADA EN LAS COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

## PART II: MARCO METODOLÓGICO, HALLAZGO Y APROXIMACIÓN TEÓRICA

# CHEMISTRY TEACHING BASED ON THE COMPETENCES OF HIGHER EDUCATION STUDENTS

## PART II: METHODOLOGICAL FRAMEWORK, FINDING AND THEORETICAL APPROACH

**Milagro Y. Montilla D.\* ,Domingo Alberto Alarcón.**

Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Alberto Adriani;  
Área de Química; Mérida-5101-Venezuela  
milagroy@gmail.com

**Recibido:** 20-03-2023

**Aceptado:** 14-05-2023

### RESUMEN

El presente trabajo es la continuación de una investigación, cuyo marco teórico fue publicado en la Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)<sup>1</sup>, en esta oportunidad estamos presentando el marco metodológico, hallazgos e interpretación, de la investigación sobre la enseñanza de la química, en estudiantes de educación superior; culminando con la formulación de la aproximación teórica de la enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior. Los elementos que conforman la aproximación teórica, producto final de este estudio se fundamentan en el humanismo y el constructivismo, generando una aproximación teórica de la enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior, lo que implica considerar que la comprensión es la fusión de dos perspectivas: la de la formación docente como tal y la del intérprete, ubicado en su vida, en una cultura y en un punto histórico del tiempo.

**Palabras clave:** Enseñanza, química, competencias, estudiantes, educación superior.

### ABSTRACT

The present work is the continuation of a research, whose theoretical framework was published in the Journal of Engineering and Educational Technology (RITE) (1), in this opportunity we are presenting the methodological framework, findings and interpretation, research on the teaching of chemistry, in students of higher education; culminating with the formulation of the theoretical approach of teaching chemistry, based on the competences of students of higher education. The elements that make up the theoretical approach, the final product of this study, are based on humanism and constructivism, generating a theoretical approach to the teaching of chemistry, based on the competences of higher education students, which implies considering that understanding is the fusion of two perspectives: that of teacher training as such and that of the interpreter, located in his life, in a culture and in a historical point of time.

**Key words:** Teaching, chemistry, competences, students, higher education.

**Milagro Y. Montilla D.:** Doctorar En Ciencias de la Educación (Universidad Fermín Toro, Venezuela); MSc. Electroquímica Fundamental y Aplicada (Universidad de Los Andes, Venezuela); Lic. En Química (Universidad de Los Andes, Venezuela); personal docente y de investigación de la Universidad de Los Andes: Núcleo Alberto Adriani. email: mialgroy@ula.ve

**Domingo Alberto Alarcón:** Doctor En Ciencias de la Educación (Universidad Fermín Toro, Venezuela); MSc. Electroquímica Fundamental y Aplicada (Universidad de Los Andes, Venezuela); Lic. En Química (Universidad de Los Andes, Venezuela); personal docente y de investigación de la Universidad de Los Andes: Núcleo Alberto Adriani. Email: domingoa@ula.ve

A continuación, presentamos la segunda parte de una investigación, cuyo marco teórico fue publicado en RITE<sup>1</sup>, en esta oportunidad estamos presentando el marco metodológico, hallazgos e interpretación, de la investigación sobre la enseñanza de la química, en estudiantes de educación superior; culminando con la formulación de la aproximación teórica: La enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior.

### **Postura Metodológica de la Investigación**

Para efecto de este estudio se asumió como referente el paradigma interpretativo; que según Piñero y Rivera (2013): “Corresponde a los supuestos metodológicos en los que se basa su pretensión de elaborar una teoría de lo social y finalmente el papel que los autores sociales ocupan en la producción y reproducción de lo social” (p.31), de allí que el enfoque paradigmático empleado en el estudio permite una exhaustiva interpretación de realidades concretas, es decir de la concepción de la visión de las competencias del estudiante de ingeniería química, a la luz de sus perspectivas con respecto a las demandas del sector.

Este paradigma se centró, en comprender la realidad educativa desde los significados de las personas implicadas, en relación a la enseñanza de la química, desde las vivencias de los profesores y estudiantes interpretando las competencias requeridas que sean enunciadas en el discurso. El grupo de docentes fueron la fuente originaria del problema que se investigó y el propósito del problema fue conocer una situación y comprenderla a través de la visión de los sujetos.

El método fenomenológico hermenéutico incluye una actitud preológica, que aprisiona las cosas tal como se presentan a la conciencia de las personas, vivenciando este fenómeno y, a través de la intuición, el investigador describe estructuras comunes entre muchas vivencias y percepciones de esas personas, para intentar llegar a la esencia del objeto. Dentro de este espectro, el enfoque interpretativo reconoce que los eventos sociales dependen del contexto

y de quién los interpreta. Se basa en la información y busca la interpretación de esta información con los actores involucrados. Como tal, combina enfoques objetivos y subjetivos, pero no pretende descubrir una verdad absoluta. En cambio, busca comprender mejor lo que está en juego y acepta la relatividad de los hallazgos. Como explican Della Porta y Keating, "dado que los seres humanos son actores significativos, los académicos deben tratar de descubrir los significados que motivan sus acciones en lugar de confiar en leyes universales externas a los actores" (Della Porta y Keating, 2008, p. 24).

El sistema metodológico que se adoptó para el desarrollo de la investigación, fue parte integral de un todo constitutivo y debe derivarse, o estar en correspondencia, con el sistema o la dimensión epistemológica. Los métodos utilizados bajo el enfoque cualitativo se refieren a las vías empleadas en la generación y/o construcción del conocimiento.

En este sentido, se asume la metodología cualitativa, y de manera particular el método hermenéutico. En esta línea se inserta el pensamiento de Leal (2005), para quien la hermenéutica atiende a la intención del autor, al contexto y al sistema de significación. De manera puntual, el autor expresa que la palabra hermenéutica es una transliteración del vocablo *hermeneutike* el cual deriva del verbo griego *Hermeuo* que significa interpretar. Primitivamente se dedicaba a los textos sagrados y su significación y alcance desde el punto de vista científico son ante todo de orden epistemológica.

Para Martínez (2000) “la hermenéutica tiene como misión descubrir el significado de las cosas, interpretar lo mejor posible los escritos, los textos, pero conservando su singularidad en el contexto de que forma parte” (p. 32). Es una filosofía reflexiva, que ha de dar cuenta del conflicto entre las diferentes interpretaciones de los símbolos del lenguaje, ella aplica el modelo interpretativo de los textos al ámbito ontológico; la realidad no es más que un conjunto heredado de textos, relatos,



mitos, narraciones, saberes, creencias, que fundamentan el conocimiento del mundo. El diseño de la investigación con enfoque metodológico cualitativo implica tomar decisiones a lo largo de todo el proceso y sobre todas las fases o pasos que se llevan a cabo durante el mismo, unas se tomarán antes, otras irán surgiendo a medida que avance la investigación. En este caso el diseño no se concibe como camino rígido, preestablecido por criterios rectores generadores de repuestas. Este proceso generalmente se inicia con una fase reflexiva, que implica la consideración de aspectos éticos e ideológicos del investigador, así como la competencia del investigador como individuo crítico ante la problemática en cuestión.

En este mismo orden se sitúa el estudio en una investigación cualitativa, tal como la concibe Martínez (2000) como aquella que "trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da la razón plena de su comportamiento o manifestaciones" (p. 66). De allí, que la acción del investigador estuvo centrada en estudiar la existencia de un fenómeno determinado en función de su operatividad en la realidad, en el entendido que la investigación cualitativa no pretende solventar todos los problemas que a nivel social existen, porque sería imposible, sin embargo, constituye una investigación fundamental para contribuir en el campo del saber.

Cabe destacar que la investigación cualitativa, en las ciencias sociales indaga la condición humana, lo que permite la construcción conocimiento, por tanto, se centra desde una perspectiva interpretativa de entendimiento del significado de las acciones de seres vivos, principalmente los humanos y sus instituciones busca interpretar lo que va captando activamente. La naturaleza de investigación, está representada en el método que según Martínez (2006): "no viene de que unos seamos más razonables que otros, sino del hecho que conducimos nuestros pensamientos por diversas vías y no consideramos las mismas cosas" (p. 164). Ello indica, que la investigación es una

práctica social intencionada, interesada en la construcción de textos, es decir planes, dispositivos, técnicas y esfuerzos que están direccionados hacia un fin, en otras palabras: describir, expresar comprensiones, explicaciones del quehacer humano. Por tanto, su función consiste en generar mayor multiplicidad discursiva, beneficiando la visión de variadas opciones, que van originando maneras de describir, comprender, explicar y examinar la vida.

Es por ello que la presente Tesis doctoral se apoya en la fenomenología siendo esta una la investigación directa con la descripción de los fenómenos que se experimentan conscientemente, por lo tanto, trata de comprender cómo las personas construyen el significado.

Es importante acotar que en el contexto científico cuando se propicia la producción de conocimientos, así como la interpretación de la realidad, el investigador emplea una metodología determinada, de acuerdo al propósito de lo que se investiga, para lo cual es necesario asumir un enfoque o método que orienta el contexto teórico y práctico de la investigación.

En la fenomenología se cumplieron las siguientes etapas, las cuales direccionaron los pasos a seguir en la investigación para la obtención de los resultados finales.

1. Preparación del trayecto investigativo: En este sentido, Guber (2004) expresa que la selección del tema se formula en términos vivenciales y de sentido común, la problematización se cumple como un proceso de desnaturalización del real, cuyos términos se precisan y explicitan, intentando establecer un sentido o direccionalidad en dicha relación. El marco teórico inicial de la investigación se sustentó en la coherencia y explicitación de las conexiones explicativas de la problemática enunciada. Se revisaron las corrientes teóricas que abordaron la relación y cómo definen cada uno de los conceptos explicitados en el enunciado de la investigación o del sentido común.

2. Ubicación en el escenario: Previa selección del contexto empírico, la



investigadora se ubicó en el escenario para observar, relacionar y contrastar la teoría con los significados de todos los actores involucrados, definiendo su rol dentro del estudio. Relativización de la relación teórica en términos de su especificación desde la perspectiva de actor implicado. Formulación del problema en forma de pregunta, a ser respondida por los actores.

3. Recolección y sistematización de la información: En esta fase de recolección de la información, se seleccionaron los instrumentos: guion de entrevista semiestructurada, cuestionario abierto y notas de campo de la observación participante. La información proveniente de los docentes se codificó y categorizó para analizarla e interpretarla a través de la técnica de la Triangulación.

4. Generación de los constructos teóricos: A partir de los hallazgos encontrados, emergieron elementos teóricos que sirvieron para construir la aproximación teórica de la enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior. Esto indica que la investigadora diseñó el proceso de investigación fundamentado en la reflexión permanente sobre las decisiones que ha de tomar respecto a los momentos que se llevaron a cabo en el estudio.

Es importante destacar que los referentes teóricos, no deben ser asumidos como realidades únicas e irrefutables; en tal sentido, sus aportes serán significativos para argumentar la nueva realidad, pero no puede estar sujeto a estos. Del mismo modo, se plantea que toda la información recabada y las conclusiones que se generen de estas, deben ser verificadas por los informantes claves dando origen a un constructo teórico relacionado con los aspectos claves de la enseñanza de la química a nivel universitario, además de las competencias que requieren los estudiantes de educación superior.

## RESULTADOS DEL ESTUDIO

Teniendo en cuenta que esta investigación se apoya en los postulados del método fenomenológico hermenéutico, a

continuación se discute sobre los resultados obtenidos, una vez recolectada la información. Para comprender los fenómenos en análisis y entender sus contextos se evalúa el horizonte de interpretación que cada uno de los informantes expresó en los instrumentos aplicados, lo cual conlleva a una constante interpretación para la construcción del conocimiento.

Entonces se procedió a organizar la información obtenida en unidades temáticas, en categorías y en subcategorías para luego establecer las relaciones pertinentes que permitan obtener un todo coherente y lógico sobre la concepción que tienen los informantes acerca del proceso de enseñanza de la química, según las competencias requeridas que sean enunciadas en el discurso, se analizan en profundidad las estructuras significativas que construyen los informantes, para lo que es fundamental su contextualización.

## Categorías Emergentes del Cuestionario

En relación al primer propósito, el proceso de enseñanza de la química, desde las vivencias de los profesores y estudiantes según las competencias requeridas que sean enunciadas en el discurso se pretende en el siguiente apartado dar respuesta a las interrogantes planteadas las cuales son:

¿Qué significado le atribuyen al proceso de enseñanza de la química, desde las vivencias los profesores según las competencias requeridas enunciadas en su discurso?

¿Cómo es la visión epistémica de las competencias adquiridas por parte de los estudiantes ingeniería química?

¿Cómo es la visión de las competencias adquiridas por parte de los docentes de ingeniería química?

¿Cuál es la situación actual de enseñanza de la química, desde las vivencias de los profesores y estudiantes según las competencias requeridas que sean enunciadas en el discurso?

¿Cuáles serán los fundamentos teóricos, metodológicos y filosóficos de la enseñanza de la química que conforman el constructo de las competencias de los estudiantes en la educación superior?

¿Cuáles son los fundamentos onto epistémicos de la enseñanza de la química que conforman el constructo de las competencias de los estudiantes de química en la educación superior?

Surgen de los propósitos las directrices que orientan el desarrollo del análisis el cual busca generar una aproximación teórica de la enseñanza de la química basada en las competencias de los estudiantes de educación superior el cuál será abordado a través de las siguientes etapas:

A partir de los diagramas se realiza la integración y triangulación generando una proposición en torno a la enseñanza de la química desde la formación por competencias. Las matrices realizadas permitieron sistematizar los elementos claves en el discurso de los informantes, además de consolidar en estas matrices las categorías y subcategorías asumidas por la investigadora a partir de los referentes teóricos.

### Hallazgos Desde el Discurso de los Informantes

Perspectiva de los estudiantes en relación a la enseñanza de la química desde la formación por competencias

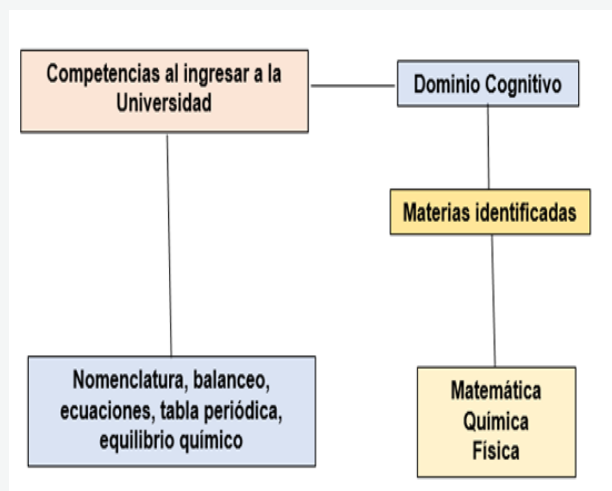


Figura 1. Competencias básicas que consideran los estudiantes que deben tener al ingresar a la universidad

Los estudiantes en conjunto establecen que las competencias que deben tener se relacionan con las áreas de Matemática,

Química y Física, mencionan aritmética, álgebra. También consideran importante las relaciones en tres planos. Específicamente en relación a la química consideran importante el dominio de balanceo de ecuaciones químicas, tabla periódica, equilibrio químico. Emerge la categoría Competencias Básicas en el discurso de los estudiantes, ubicándose en el dominio cognitivo.

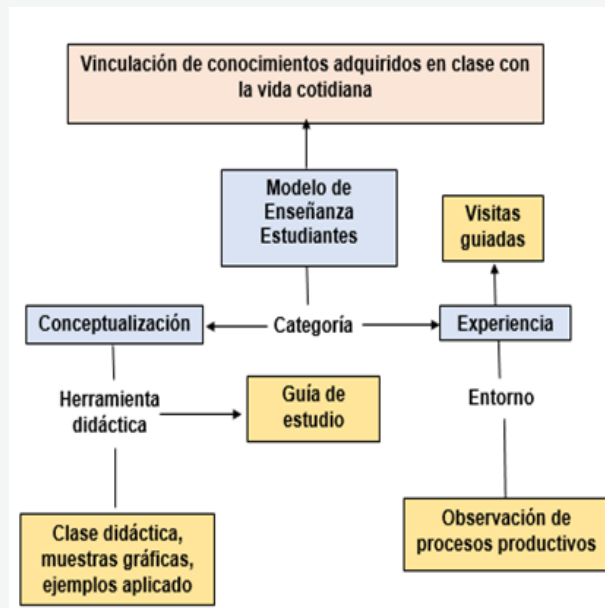


Figura 2. Estrategias que usan los estudiantes para vincular los conocimientos adquiridos en la clase de química con la vida cotidiana.

Las categorías identificadas en este apartado relacionadas con la enseñanza de la química son la enseñanza contextualizada y experiencial. La estrategia que implementan para la vinculación con el contexto de vida o que le es útil es el uso de una herramienta didáctica de la materia “guía de estudio”, también mencionan que logran hacerlo cuando el docente trae a colación ejemplos de la vida cotidiana, muestras gráficas, ejemplos y demostraciones, por ejemplo, con compuestos químicos de la vida cotidiana.

Un estudiante trajo a colación que la observación de procesos productivos sería de apoyo para establecer la vinculación con el desarrollo teórico de la materia. En este caso en particular el contacto con la realidad le permite al estudiante integrar

los fundamentos básicos de la química y su aplicación.

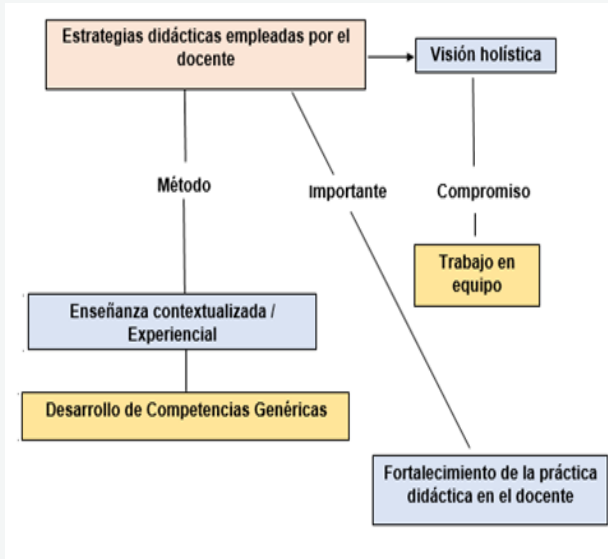


Figura 3. Identificación por parte de los estudiantes de las estrategias de enseñanza-aprendizaje que utilizan los docentes.

Los estudiantes opinaron en este apartado en dos perspectivas, lo que evidenciaron en sus docentes y lo que consideran deberían ser las competencias de estos al momento de desarrollar sus clases. En el primer caso los estudiantes reconocen que el docente tiene dominio del tema, contextualiza y tiene sentido del compromiso, acotan que saben transmitir el conocimiento de manera precisa y práctica, además de que reconocen que los docentes tratan de ir más allá del contenido programático, asociando además que lo que aprendan los acompañara durante toda la vida.

Los estudiantes que opinaron en relación al deber ser hacen referencia a la importancia de que el docente cuente con el dominio en relación al proceso de enseñanza-aprendizaje, mostrando la utilidad de los contenidos y su aplicabilidad real, la mayoría de los docentes son ingenieros y no cuentan con las herramientas educativas pedagógicas. Se identifica las categorías: enseñanza básica (dominio), contextualizada (precisa y práctica), visión holística (van más allá del contenido programático).

La representación es vista por los estudiantes

como una asociación modelaje/herramienta, consideran que mediante los modelos captan con mayor rapidez la información, comprender en forma clara los conceptos y su aplicación en el ámbito laboral, además de motivar la capacidad investigativa. Emerge la categoría enseñanza por modelización la cual es vista como una herramienta que les permite integrar el enfoque teórico con la práctica, interviniendo los cognoscitivo y lo procedimental.

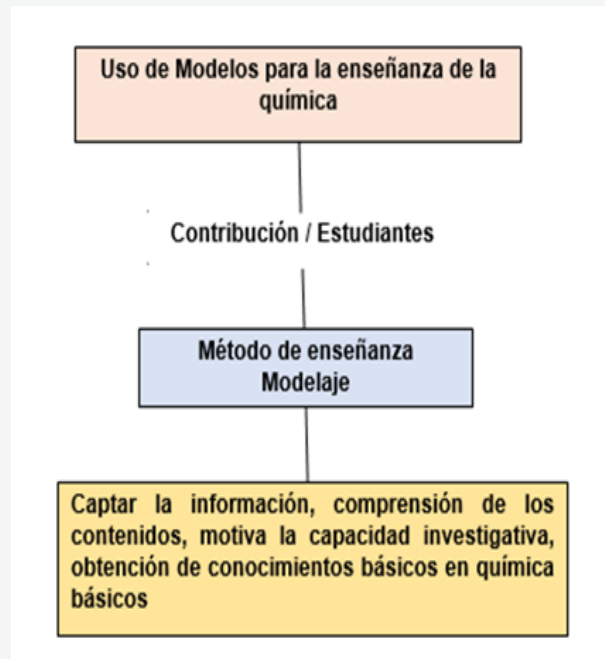


Figura 4. Utilidad de los modelos de enseñanza-aprendizaje para la enseñanza de la química desde la perspectiva de los estudiantes.

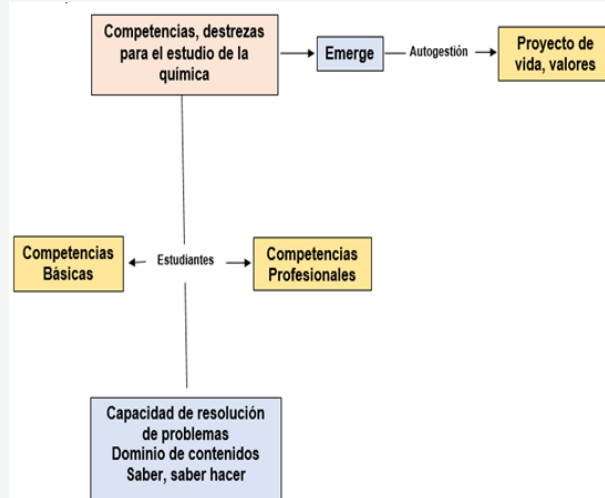


Figura 5. Identificación de competencias presentes en los estudiantes que les posibilita el estudio del área.

Ante este apartado los estudiantes a juicio de la investigadora respondieron en función de las competencias con las que deberían contar en lugar de identificar las que consideraban que tenían para asumir las demandas de la materia. Sin embargo, se registró tal y como los entrevistados opinaron.

Son identificadas las siguientes categorías Competencias Básicas en relación a la capacidad resolutoria de problemas, identifican agilidad y dominio de conceptos básicos, razonamiento lógico, síntesis de información. Destaca la referencia que hacen a la capacidad investigativa, así como las dimensiones del ser: saber/saber hacer en este caso se asocia a la Categoría Competencias Profesionales. Aflora la dimensión de la ética profesional como parte de las competencias, asociada a la Categoría Visión Holística.

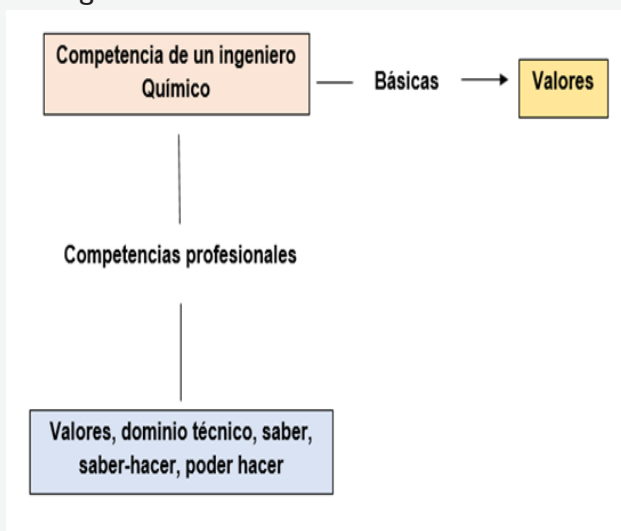


Figura 6. Competencias que debe poseer el Ingeniero Químico para su incorporación en el ámbito profesional.

Los estudiantes consideran que son importantes las competencias básicas para la resolución de problemas, además de valores como responsabilidad, respeto. Para ellos son identificadas las categorías de las competencias básicas y profesionales saber, saber-hacer, así como la visión holística desde la integralidad.

En este ítem los estudiantes opinaron en tres sentidos: relacionado con el proceso

de enseñanza-aprendizaje, en relación a las condiciones de los espacios educativos y con respecto a la situación país. Con respecto al aprendizaje asocian que la base que traen de secundaria es un obstáculo, enuncian además la falta de relación práctica con los conceptos, lo que les dificulta su comprensión.

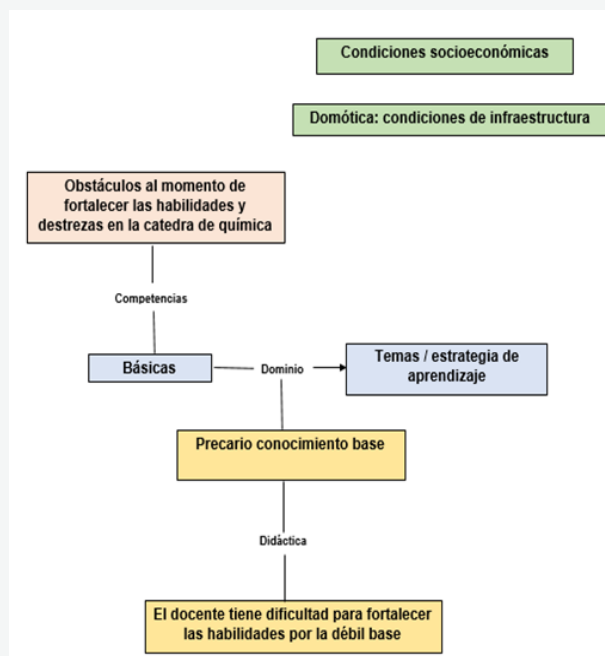


Figura 7. Obstáculos que se presentan al momento de fortalecer las habilidades y las destrezas en la cátedra de química.

## HALLAZGOS SIGNIFICATIVOS

En concordancia con los objetivos de la investigación y luego de aplicado los instrumentos de recolección de información a los informantes claves del estudio, y posteriormente analizada y sintetizada la información con la respectiva triangulación, se justifica la necesidad de Generar una aproximación teórica de la enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior partiendo de estas premisas se presentan los principales hallazgos, recomendaciones, reflexiones y consideraciones finales que se obtuvieron.

### Principales hallazgos

En referencia a los hallazgos principales obtenidos serán divididos en los



obtenidos de forma individual en las entrevistas, además de los obtenidos en las observaciones realizadas.

En concordancia con lo expuesto anteriormente se evidencia de las entrevistas realizadas se puede notar que el docente utiliza pocos recursos didácticos dentro de los que destacan principalmente las actividades significativas que son vistos desde la perspectiva del los estudiantes.

De igual forma, para la misma categoría de las respuestas del docente se infiere que el mismo se apoya en actividades de orden cognitivo, en el cual se busca el desarrollo de las capacidades e intereses de los estudiantes, además se resalta el uso del método repetitivo para el afianzamiento de las competencias y por último se destaca el uso de una planificación previa la cual fortaleza el acto pedagógico.

En otro orden de ideas, se evidencia de las entrevistas realizadas al estudiante manifiesta que mantiene una interacción con sus compañeros y que la mayor participación se refiere a las actividades que propone el docente, manifiesta además que el profesor colabora con él en los momentos que tiene alguna dificultad.

En relación a las respuestas emitidas por el estudiante, manifestó que su participación dentro de la clase es activa que le gustan las actividades propuestas y aprender, con respecto a la planificación del docente esta de acuerdo con la mayoría de las actividades. En el mismo orden, en base a las respuestas del docente se puede deducir que no hay participación en formación docente ni por iniciativa del docente ni por iniciativa del sector universitario, y que la orientación se ha visto simplificada por el hecho de falta de conocimiento lo que conlleva a la improvisación, por último que la planificación ha sido realizada de forma general y con ciertas adaptaciones que se dan al momento de la praxis.

De la observación a través de las notas de campo aplicado en las clases, se pudo evidenciar que el docente realiza la planificación de las actividades para la clase,

a este respecto se le suma la incorporación de los elementos propios de la cátedra para el logro de sus objetivos, se pudo denotar además que el docente refleja un claro apego por el enfoque constructivista por último la observación reflejo la necesidad de aproximación teórica de la enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior, para que el docente tenga un abanico de posibilidades a la hora de planificar y dirigir sus clases.

En otro orden de ideas, después de analizar las respuestas de los participantes en el focus group, sobre la dimensión modelo pedagógico se puede definir un modelo pedagógico a partir de las necesidades, intereses y potencialidades, de esta forma pudiendo precisar, reglamentar, planificar y fundamentar el proceso de enseñanza, aprendizaje para la posterior evaluación y transmisión del proceso de forma coherente con las necesidades sociales.

### **APROXIMACIÓN TEÓRICA DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, BASADA EN LAS COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

Una de las características que sobresalen cuando nos adentramos en el contexto de los saberes es la búsqueda de paradigmas, es decir la búsqueda de elementos básicos de conocimiento, al inicio de la investigación se argumenta con respecto a la enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior, en el cual se orientaron las necesidades de los estudiantes. En este sentido, es importante destacar que vivimos a partir de modelos los cuales representan, dan sentido y orientaciones básicas para el transitar en los ámbitos en los que nos desempeñemos.

Asimismo, las diversas concepciones que existen en torno a la química en los diferentes países y dentro de cada país responden siempre en principio a la trayectoria y la variedad de esta cátedra en las aulas de clase y el recorrido evolutivo de estas, y responde además a los fundamentos psicopedagógicos y sociológicos determinados por el modelo

cultural de cada país.

En el mismo orden de ideas, para la enseñanza de la química se muestra enriquecedor que se propongan competencias por medio de las cuales se puedan dar las pautas para el mejoramiento de la praxis pedagógica en los distintos momentos que representan la clase.

Por tal razón, se presenta una aproximación teórica de la enseñanza de la química, basada en las competencias de los estudiantes de educación superior, el cual se desglosa a continuación basado en los propósitos de la investigación los cuales condujeron a la obtención de los datos, respetando la información que emergió de los instrumentos de recolección de la información, la entrevista semiestructurada, y del registro de observación, luego del análisis de esa información con las técnicas previstas en el camino metodológico con la posterior triangulación esa información la cual dio objeto generar la aproximación teórica.

### **Hacia la construcción del perfil esperado en el estudiante**

Los estudiantes han de contar con bases en áreas centrales de la química (inorgánica, orgánica, física, biológica), complementado con dominio en matemática y física.

Dominio básico en áreas más especializadas como: química de los materiales, química macromolecular (polímeros). Tener habilidades prácticas en química mediante la experiencia consolidada a lo largo del desarrollo de la carrera, así como competencias genéricas en el contexto de la química que les permiten desarrollar experiencias productivas.

Asimismo, deben tener la capacidad de recopilar e interpretar datos científicos relevantes y emitir juicios que incluyan la reflexión sobre cuestiones científicas y éticas relevantes; comunicar información, ideas, problemas y soluciones a distintos tipos de audiencias, contar con las competencias para acceder a programas de cuarto nivel educativo.

### **Sobre las Competencias a lo Largo de la Formación Académica**

Las competencias de los estudiantes resultan de una combinación dinámica de habilidades cognitivas, metacognitivas, conocimiento, comprensión, habilidades interpersonales, intelectuales y prácticas, y ética. Las mismas deben estar presente a lo largo de la carrera para lograr el máximo desarrollo, por ello están en cada semestre y son evaluadas en diferentes etapas de cada programa.

Asimismo, se distinguen competencias generales y específicas por áreas temáticas, proceden de forma integrada y cíclica a lo largo del desarrollo del programa, frente a los cambios en el entorno y a fin de propiciar la flexibilidad ante el entorno social, así como la autorregulación emocional en el futuro profesional de forma tal que pueda adaptarse al cambio, además de facilitar el aprendizaje continuo y autónomo. La universidad no solo debe proveer competencias básicas y profesionales, sino que estas deben ser complementadas con las genéricas, así como integrar la visión holística.

Es importante que durante la formación se consolide en el estudiante las siguientes capacidades (ver tabla 1).

### **Sobre los Espacios Para las Actividades Prácticas:**

#### **En clase**

Bajo la perspectiva de la participación activa de los estudiantes se estructuran guías, ejercicios individuales para la resolución de problemas para fomentar el desarrollo de competencias básicas como la capacidad de análisis. Utilizando problemas mencionados en las clases o problemas inversos que requieren solución a partir de habilidades que no se resolvieron en clase. Se requiere la comprensión y relaciones sub-yacentes entre conceptos, términos o fenómenos, es importante que las resoluciones sean discutidas en grupo. Es acompañado con un proceso de evaluación sumativa.



Tabla 1 Capacidades del estudiante

<b>De pensamiento abstracto, análisis y síntesis de información.</b> La competencia obtenida le permite al alumno comprender y evaluar la información que necesita y procesar para identificar los problemas principales. El alumno tendrá la habilidad del pensamiento analítico, sistémico y crítico.
<b>Para aplicar el conocimiento en la práctica.</b> El alumno puede aplicar su conocimiento y capacidades de comprensión y resolución de problemas en entornos nuevos o desconocidos dentro de contextos más amplios relacionados con el área de estudio. Esta competencia se desarrolla en laboratorios.
Durante la defensa de los trabajos de laboratorio, los requisitos para los estudiantes deben ser la capacidad de vincular el conocimiento con el trabajo de laboratorio.
<b>Para organizar y planificar el uso del tiempo en el desarrollo de las actividades académicas</b>
<b>Para buscar, procesar y analizar información de diferentes fuentes,</b> bien sea de origen literario, distinguir entre una fuente primaria y secundaria, uso de la biblioteca en forma tradicional o electrónica y la capacidad de utilizar diferentes programas informáticos.
<b>Para evaluar y mantener la calidad del trabajo producido</b> evaluación autocrítica de la calidad del propio trabajo y los esfuerzos para cumplir con las tareas asignadas.
<b>Para comunicarse tanto oralmente como a través de la palabra escrita en el primer idioma,</b> propiciar el dominio de un segundo idioma.

## En laboratorio

La organización del trabajo de laboratorio permitirá que mediante el trabajo de los estudiantes estos puedan demostrar su capacidad para sintetizar el conocimiento y aplicarlo en la práctica, promover el desarrollo de habilidades de gestión de la información demostrando el conocimiento alcanzado, por otra parte, se estimula el uso del lenguaje investigativo. El trabajo en equipo promueve además las relaciones interpersonales. El trabajo de laboratorio va acompañado de la revisión teórica relacionada con el tema abordado.

## En Ámbitos Laborales

Mediante las prácticas en espacios empresariales se desarrollan tanto competencias genéricas como específicas de asignaturas relacionadas con la situación profesional real. Antes de las prácticas, los estudiantes deben ser preparados para orientarles en el desarrollo, así como en el proceso de recopilación de datos para la elaboración de informes técnicos. Mediante esta práctica se fortalece las habilidades interpersonales, la capacidad de dominar los métodos de investigación y producción.

## Desarrollo de Trabajos de Investigación y Elaboración de Tesis

Los trabajos de investigación y tesis desarrollan habilidades para la investigación, permitiendo al estudiante

encontrar y sintetizar información, así como desarrollar la escritura del lenguaje científico. Es importante que estos trabajos estén originados en líneas de investigación adelantadas por los grupos de trabajo de profesores de la universidad, y que además estén relacionados con el entorno socio-empresarial.

## Evaluación

Según el enfoque metodológico de enseñanza para el desarrollo de competencias deberá diseñarse la evaluación. Dado que en este caso prevalece la enseñanza contextualizada, investigativa y por modelaje, en el que el desarrollo es instrumental y funcional, la evaluación versará en medir las habilidades instrumentales y funcionales alcanzadas por los estudiantes, en ese sentido se usará la evaluación formativa, acumulativa y sumativa. La evaluación formativa es continua y se orienta a animar a los estudiantes a participar de la evaluación de forma tal que comprendan los criterios de evaluación y que sean ellos quienes midan su progreso, así como las dificultades de esta forma junto al docente.

## Evaluación Sumativa

Por medio de diferentes actividades y criterios de evaluación se mide el progreso de los estudiantes de forma tal que pueda ser demostrado tanto el conocimiento como las habilidades prácticas y profesionales. Será socializados los criterios de evaluación

de forma tal que los estudiantes puedan planificar adecuadamente el tiempo. La evaluación acumulativa es parte del proceso final y a través de esta se formaliza los logros del estudiante mediante la presentación de pruebas objetivas.

Como un aspecto final, se encontró que los docentes de química en formación inicial, durante el proceso de práctica profesional, participantes en esta investigación, dejan en evidencia que sus modelos didácticos se caracterizan desde diferentes perspectivas teóricas, evidenciándose modelos más bien híbridos. Esto significa que coexisten características y atributos de variados modelos didácticos, de los cuales predominan atributos más tradicionales y dogmáticos, aun cuando los modelos alternativos constructivistas, tienen objetivamente presencia teórica práctica en sus aulas.

Desde la primera fase de la investigación las competencias genéricas con sus subcategorías en particular se situaron desde el contenido de la ciencia, del cual había diferentes atributos en relación a su naturaleza, principalmente en relación a lo concreto-abstracto del conocimiento científico. El nivel o profundidad con que se trabajan los contenidos depende, según los profesores, de variados motivos, como por ejemplo, del tipo de estudiantes con que se contaba y no de la naturaleza del mismo.

El no tener experiencia profesional y las carencias que manifiestan en relación a su formación pedagógica no les ha permitido aun entrar en contacto con ideas y modelos didácticos actuales (alternativos-constructivistas). Se corresponden con una idea tradicional de lo que es ser profesor y de lo que significa la tarea docente.

El papel que cumplen los estudiantes, a la hora de la elaboración de actividades se mostraba como un aspecto secundario y las decisiones sobre qué actividades y temáticas trabajar no se relacionaban con sus intereses, los cuales no eran un referente para ellas. Esto hace situar a los docentes, en modelos didácticos intermedios los cuales se modifican paulatinamente durante la

investigación.

Esta investigación dejó en evidencia que independiente que un profesor adopte una secuencia de enseñanza estructurada en un ciclo constructivista del aprendizaje de la química, ésta puede presentarse de manera forzada con un enfoque tradicional. Es por esto que se sugiere que el investigador pueda diagnosticar esta situación, que pudiese persistir desde la formación inicial docente.

### **El Contexto y la Respuesta de la Universidad a las Demandas de la Sociedad: Un Nuevo Programa Basado en Competencias**

La realidad actual en la que se encuentran inmersos los estudiantes que desean lograr una carrera como profesional de la química requiere que la universidad contextualice los programas formativos adaptados a las demandas del mundo empresarial y en relación a las exigencias de la población. Por ello, al desarrollar la aproximación teórica en torno a la enseñanza de la química es fundamental que sean revisados los programas de las materias y orientarlos según el modelo propuesto que establece una visión sistémica entre la relación que debe existir entre el método de enseñanza, el tipo de competencia que se ha de desarrollar y la relación con la visión integral y el desarrollo de las genéricas.

Al no estar diseñado un programa direccionado mediante competencias queda bajo la decisión del docente incorporar estrategias de enseñanza-aprendizaje acorde al modelo planteado, sin embargo, puede variar de un docente a otro, incluso pudiera darse el caso que un docente replique exactamente el programa vigente cumpliendo con la pauta institucional, dejando a un lado las necesidades de los estudiantes y el sector empresarial, brindando una formación fuera de contexto. Por ende, se recomienda que sea revisado el programa y que sean desarrollados los contenidos programáticos en función del modelo propuesto en el presente trabajo. La habilidad de los docentes en la enseñanza y el aprendizaje basado en competencias es

un factor que influye en el éxito del mismo sobre la química. Su habilidad y sapiencia en el manejo de actividades tendrá un impacto directo en la participación activa de los estudiantes.

### **Son Necesarios Indicadores y una Evaluación desde la Perspectiva Constructivista**

Es necesario que a nivel de las universidades se acuerden cuáles deben ser los indicadores de aprendizaje a nivel de pregrado que deben ser establecidos ya que estos contribuyen a medir el proceso educativo, permite que el docente pueda planificar y actuar con base a estos parámetros. Así mismo a partir de estos el docente puede fortalecer su dominio, se mejora los requerimientos de infraestructura y se da respuesta a la demanda del entorno. Lo anterior ha de propiciar un entorno favorable para el desarrollo del proceso educativo.

Otro de los aspectos que no puede pasar por alto es lo relacionado con la evaluación educativa, transitar de una punitiva a una educación formativa, permitirá dar respuesta a los parámetros establecidos en cuanto a la medición de logros con respecto al dominio de los contenidos por parte de los estudiantes.

### **Sobre el Desarrollo de Contenidos y Actividades Prácticas: Un Modelo que Apunte a la Promoción del Autoaprendizaje y el Rol del Docente como Guía**

En la formación necesariamente debe darse el desarrollo de contenidos; las actividades prácticas requieren que los espacios universitarios estén acordes con los niveles de desarrollo tecnológico, puedan contar con insumos y equipos, pero además se requiere el sentido de pertenencia, así como sembrar en los estudiantes el espíritu investigativo y por qué no el amor por la ciencia

Se requiere además que los docentes dominen las áreas programáticas, específicamente en la de investigación esto es una fortaleza ya que los docentes demuestran efectivamente el dominio que tienen de las unidades que imparten. Ahora

bien, deben ser reforzados las prácticas de los docentes con formación en estrategias didácticas y de evaluación ya que la mayoría provienen de carreras del área de ciencias. Los espacios para el desarrollo práctico deben ser ambientes para que los estudiantes tengan la oportunidad de hacer preguntas, plantear hipótesis, experimentos a través de la observación, hacer inferencias y retroalimentación.

### **Acciones para Superar Prácticas de la Educación Tradicional**

El estudio arrojó que los desarrollos de prácticas en los entornos empresariales no se realizan, es por ello que al plantear un nuevo programa basado en competencias para la enseñanza de la química se recomienda ajustar la carrera a dos salidas, una a nivel de Técnico Superior Universitario y otra a nivel de Licenciatura. Por un lado, respondería a la necesidad de generar una alternativa a aquellos estudiantes que deben costear su manutención dada las condiciones económicas actuales del país y las demandas actuales de la sociedad, ya que muchos no logran consolidar una carrera universitaria de larga duración.

Por otra parte, el programa de Química 11 vigente no incluye la dimensión actitudinal, siendo fundamental para la enseñanza de la ciencia, al no estar visibilizada difícilmente los docentes llevarán a la práctica los contenidos que dictan, por ende, al transitar a la construcción de un programa basado en competencia serán abordadas las dimensiones del ser. Al plantear el desarrollo de un currículo para la enseñanza de la química basado en competencias es necesario que exista una planificación y que se comprenda que la transición en un proceso gradual en la cual deben participar todos los actores.

Establecer el currículo basado en competencias brindará la posibilidad de obtener herramientas que les permita combinar el desempeño laboral con el desarrollo de la carrera. Dos pasantías se establecerían al momento de la primera salida en el nivel de técnico superior y la segunda salida nivel de Licenciatura.

La universidad como generadora de conocimiento debe transitar a la generación de unidades de negocios que le permita por un lado generar recursos para invertir y ser un laboratorio experimental que genere productos con valor agregado.

Mediante la enseñanza de la química se incentiva una actitud favorable hacia la ciencia en los estudiantes, promoviendo la capacidad de asombro y de indagar, de forma tal que los estudiantes busquen respuestas desde su propio razonamiento y con rigurosidad científica. Además, permite reconocer que el conocimiento generado en las ciencias experimentales no es inmutable.

Desde una perspectiva constructivista y bajo un enfoque de competencias se concreta el aprendizaje cuando se establezca en la práctica el desarrollo programático, relacionado con situaciones de aprendizaje que nazcan de lo cotidiano, identificando problemas referentes al entorno, dando respuestas desde la academia a estas demandas, así el estudiante construirá un entramado conceptual que aportará con soluciones concretas a la sociedad.

Asimismo, en vista de las complejidades de la evaluación basada en competencias, no existe un modelo, enfoque, teoría o agente evaluador que pueda concentrar todas las acciones y procedimientos para hacer evidentes todos sus procesos de aprendizaje y logros. Como se dijo, las competencias

complejas actúan de manera integral en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y por lo tanto requieren prácticas de evaluación que respondan a diferentes enfoques o modelos. Sin embargo, esta no es una limitación a priori, sino que permite, desde un punto de vista ecléctico, fortalecer el desarrollo de innovaciones evaluativas centradas en procedimientos auténticos y contextuales para reforzar el aprendizaje por competencias.

Esta visión intenta evitar la mecanización y la transferencia automática de la evaluación y el currículo por competencias. La evaluación de competencias no puede enfocarse solo en el logro de objetivos concretos que expliquen su adquisición como habilidades y aprendizaje para el desarrollo futuro en el mundo laboral. Se debe superar la dimensión reduccionista y homogeneizadora que la evaluación de competencias puede presentar. Por lo tanto, se deben orientar estos nuevos procesos evaluativos en la movilización estratégica de los elementos (conocimiento, habilidades y actitudes) como recursos disponibles que se pueden observar en la práctica y en el proceso.

En la figura 8 se esquematiza los aspectos que deben estar inmersos en el modelo de enseñanza por competencias para los estudiantes de química del Núcleo Universitario “Alberto Adriani” de la Universidad de Los Andes del estado Mérida.

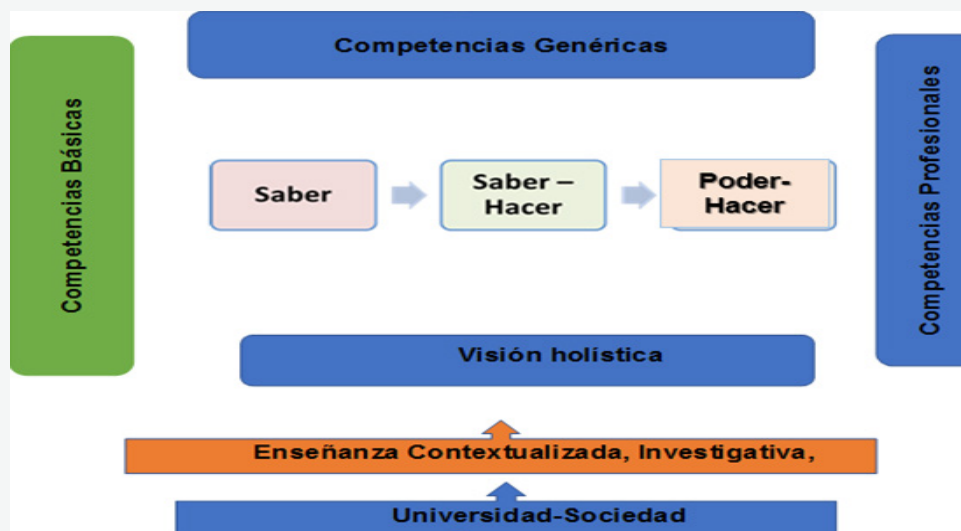


Figura 8. Modelo de enseñanza por competencia para la enseñanza de la química propuesto

## Referencias

- 1.- Morín, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Francia. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- 2.- Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La educación superior en el siglo XXI, Unesco (1998). Disponible en: [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm) [Consultado 23/11/16].
- 3.- García, E. (2006). Las Competencias del Profesor en la Sociedad del Conocimiento. En R. Mejía (Coord.). Educación, Globalización y Desarrollo Humano. Santo Domingo: Editora Búho.
- 4.- Alsina, J; Boix, R; Buset, S; Buscá, F y otros. (2011). Evaluación por Competencias en la Universidad: Las Competencias Transversales. Cuadernos de Docencia Universitaria. España. Editorial: OCTAEDRO, S.L.
- 5.- Torres, M. (2003). Química cotidiana: ¿amenizar, sorprender, introducir o educar? Jornadas de didáctica de la química y la vida cotidiana. Madrid, España. Disponible en : <http://www.etsii.upm.es/diquimq/vidacotidiana/inicio.htm> [Consultado 15/09/16].
- 6.- Cañón, G. (2003) Didáctica de la química y la vida cotidiana. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Madrid, España. Disponible: <http://www.etsii.upm.es/diquima/vidacotidiana/libro.htm>. [Consultado 20/10/16].
- 7.- Rodríguez, E. (2013). El Aprendizaje de la Química De La Vida Cotidiana en la Educación Básica. Disponible en: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/arje/arj12/art21.pdf> [Consultado 25/11/16].
- 8.- Trujillo, J. (2014). El enfoque en competencias y la mejora de la educación. El Fuerte, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132134026>. [Consultado 15/09/16].
- 9.- Tobón, S. (2008). Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Colombia. Ecoe Ediciones.
- 10.- González, M. (2006). La formación de competencias profesionales en la universidad. Reflexiones y experiencias desde una perspectiva educativa. Revista de Educación, 8, 175-187.



# ANALIZADOR SIMBÓLICO DE REDES ELÉCTRICAS PARA ESTABILIDAD Y PASIVIDAD DE CUADRIPOLOS

## SYMBOLIC ELECTRIC NETWORKS ANALYZER FOR STABILITY AND PASSIVITY OF TWO PORT NETWORKS

**Francisco J. Viloría M.<sup>1</sup>, Francisco J. Araujo R.<sup>2</sup>, Adán G. Amórtegui G.<sup>3</sup>**  
Universidad de Los Andes (ULA); Facultad de Ingeniería Mérida-5101- Venezuela.  
email: fviloria@ula.ve

**Recibido:** 30-01-2023  
**Aceptado:** 16-05-2023

### Resumen

El desarrollo del presente instrumento educativo se basa en la construcción de una serie de rutinas capaces de diferenciar los casos que se presentan en el estudio de estabilidad y pasividad de cuadripolos, el instrumento permite obtener respuestas y generar conclusiones, todo esto a través de algoritmos y funciones que permiten realizar las operaciones simbólicas y numéricas necesarias para obtener la solución del problema planteado. Lo señalado constituye parte esencial del software desarrollado como una ampliación de las capacidades de cálculo de AnSiRE (Analizador Simbólico de Redes Eléctricas). La ampliación de esta capacidad incluye el análisis de estabilidad absoluta que se realiza mediante el criterio de Routh-Hurwitz y el teorema de Sturm, mientras, el análisis de pasividad se realiza por medio de las condiciones de las Funciones Reales Positivas y el análisis de la matriz hermitiana fundamentándose en el Teorema de Raisbeck. Las salidas del programa incluyen un análisis del comportamiento del circuito y la generación de conclusiones para la comprensión de los resultados por parte del educando. El proyecto se desarrolló en lenguaje de programación C y se usó el entorno de desarrollo Qt Creator y como herramienta de cálculo simbólico se utiliza Mathomatic.

**Palabras clave:** AnSiRE, estabilidad, Routh-Hurwitz, pasividad, función real positiva, cuadripolos

### Abstract

The development of this educational instrument is based on the construction of a series of routines capable of differentiating the cases that are presented in the study of stability and passivity of two port networks, the instrument allows obtaining answers and generating conclusions, all this through algorithms and functions that allow performing the symbolic and numerical operations necessary to obtain the solution of the problem posed. The above constitutes an essential part of the software developed as an extension of the calculation capabilities of AnSiRE (Symbolic Analyzer of Electrical Networks). The extension of this capacity includes the analysis of absolute stability that is carried out by means of the Routh-Hurwitz criterion and the Sturm theorem, while the passivity analysis is carried out by means of the conditions of the Positive Real Functions and the analysis of the Hermitian matrix based on Raisbeck's theorem. The outputs of the program include an analysis of the behavior of the circuit and the generation of conclusions for the understanding of the results by the student. The project was developed in the C programming language and the Qt Creator development environment was used and Mathomatic was used as a symbolic calculation tool.

**Keywords:** AnSiRE, stability, Routh-Hurwitz, passivity, Positive Real Functions, two port networks.

**Francisco J. Viloría M.:** Ingeniero Electricista, Universidad de Los Andes (ULA), Maestría en Automatización e Instrumentación, ULA. Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. email: fviloria@ula.ve, viloriaf@gmail.com; **Francisco J. Araujo R.:** Ingeniero Electricista, Universidad de Los Andes (ULA), Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. email: araujoru@ula.ve;

**Adán G. Amórtegui G.:** Ingeniero Electricista, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela; email: gaago3@gmail.com



## Introducción

En el presente artículo, se presenta un instrumento educativo que permite el análisis de pasividad y estabilidad de cuadripolos a partir de la matriz que lo caracteriza. Se desarrolla como una ampliación del programa simbólico AnSiRE,<sup>1</sup> y como complemento al módulo ya desarrollado de Cálculo de estabilidad y pasividad de los circuitos,<sup>2</sup> el cual sólo se orienta a dipolos.

Se estudian los cuadripolos y los parámetros que los caracterizan porque la mayoría de los circuitos o sistemas en general están conformados por al menos dos puertos. Los parámetros de un cuadripolo describen totalmente su comportamiento en términos del voltaje y la corriente en cada puerto.

Conocer los parámetros de un cuadripolo permite describir su funcionamiento cuando está conectado a una red más grande. Los cuadripolos son útiles en el modelado de dispositivos electrónicos y de componentes de sistemas de potencia y sistemas de comunicaciones. Porejemplo, en electrónica, las redes de dos puertos se emplean para modelar transistores y amplificadores operacionales, en sistemas de potencia para el modelado de transformadores y líneas de transmisión y en comunicaciones para representar atenuadores, adaptadores y filtros.

Un cuadripolo puede ser definido como un circuito eléctrico con dos puertos diferentes para la entrada y para la salida, y ser representado como una caja que simboliza la interconexión de  $n$  elementos con cuatro terminales dos para el puerto de entrada

y dos para el puerto de salida tal como se muestra en la Figura 1. Una red de cuatro terminales se denominará cuadripolo cuando la corriente que entra a una terminal de un par sale por la otra terminal del par. Por ejemplo,  $I_1$  entra por la terminal  $a$  y sale por la terminal  $b$  del par de terminales de entrada  $a$ - $b$ .

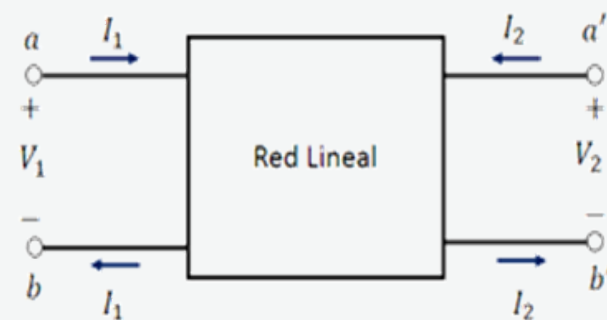


Figura 1 Red de dos puertos o Cuadripolo.

La caracterización de una cuadripolo se realiza encontrando las relaciones existentes entre las variables  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $I_1$  e  $I_2$  mostradas en la figura 1, del conjunto de variables presentadas, dos son independientes y dos son dependientes. Los términos que relacionan las tensiones y corrientes reciben el nombre de parámetros y en función de ellos se definen las matrices de parámetro de impedancia, parámetros de admitancia, de parámetros híbridos  $g$  o  $h$  y de parámetros de transmisión directa o inversa.

Las opciones que se tienen para las variables de entrada independientes y las variables dependientes asociadas se muestran en la Tabla 1.<sup>3</sup> La selección del tipo de variables determina los parámetros buscados.

Definidas las variables dependientes e independientes de acuerdo a la Tabla 1. Se

**Tabla 1. Modelos de seis parámetros de circuitos**

Variables independientes	Variables dependientes	Parámetros de circuito
$I_1, I_2$	$V_1, V_2$	Impedancia Z
$V_1, V_2$	$I_1, I_2$	Admitancia Y
$V_1, I_2$	$I_1, V_2$	Híbrida g
$I_1, V_2$	$V_1, I_2$	Híbrida h
$V_2, I_2$	$V_1, I_1$	Transmisión Directa a
$V_1, I_1$	$V_2, I_2$	Transmisión Inversa b

**Tabla 2. Ecuaciones para los seis conjuntos de parámetros de dos puertos**

Parámetros de circuito	Ecuaciones
<b>Impedancia Z</b>	$V_1 = z_{11}I_1 + z_{12}I_2$ $V_2 = z_{21}I_1 + z_{22}I_2$
<b>Admitancia Y</b>	$I_1 = y_{11}V_1 + y_{12}V_2$ $I_2 = y_{21}V_1 + y_{22}V_2$
<b>Híbrida g</b>	$I_1 = g_{11}V_1 + g_{12}I_2$ $V_2 = g_{21}V_1 + g_{22}I_2$
<b>Híbrida h</b>	$V_1 = h_{11}I_1 + h_{12}V_2$ $I_2 = h_{21}I_1 + h_{22}V_2$
<b>Transmisión Directa a</b>	$V_1 = a_{11}V_2 - a_{12}I_2$ $I_1 = a_{21}V_2 - a_{22}I_2$
<b>Transmisión Inversa b</b>	$V_2 = b_{11}V_1 - b_{12}I_1$ $I_2 = b_{21}V_1 - b_{22}I_1$

pueden establecer un juego de ecuaciones para los seis conjuntos de parámetros de dos puertos, los cuales se resumen en la Tabla 2.<sup>3</sup>

La matriz que caracteriza al cuadripolo se obtiene del conjunto de ecuaciones presentadas en la Tabla 2. Como ejemplo, consideremos la obtención de la matriz de parámetros Z, que viene representada por:

$$[Z] = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix}$$

Analíticamente, se pueden obtener los parámetros Z a partir del conjunto de ecuaciones para la impedancia Z.<sup>4</sup>

$$z_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{I_2=0} \quad z_{21} = \left. \frac{V_2}{I_1} \right|_{I_2=0} \quad z_{12} = \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{I_1=0} \quad z_{22} = \left. \frac{V_2}{I_2} \right|_{I_1=0}$$

La obtención de los parámetros a nivel circuital, se realiza considerando dos subcircuitos, en el primero se alimenta el puerto de entrada y se deja la salida en circuito abierto para así obtener los parámetros  $z_{11}$  y  $z_{21}$ , mediante la medición de los voltajes en el puerto de entrada y salida y a corriente en el puerto de entrada, en el segundo subcircuito se alimenta el puerto de salida y se deja la entrada en circuito

abierto para así obtener los parámetros  $z_{12}$  y  $z_{22}$  mediante la medición de los voltajes en el puerto de entrada y salida y a corriente en el puerto de salida.

Cuando se analizan circuitos eléctricos de forma numérica, se pueden obtener conclusiones sobre los resultados obtenidos, por ejemplo la magnitud de la corriente en cierta rama del circuito, el voltaje en un nodo en particular, entre otros, pero este tipo de análisis es útil para circuitos que ya se encuentran diseñados e implementados, no así para la síntesis de los mismos, por otro lado el análisis de manera simbólica aporta respuestas que no permiten conocer las magnitudes numéricas de las diferentes variables presentes en las redes eléctricas, pero sí permiten analizar cómo se comportan cada una de esas variables en función de la topología que presente el circuito eléctrico y que influencia tienen cada uno de los elementos de la red en el resultado final de la variable, este tipo de estudio permite desarrollar la síntesis de circuitos eléctricos.

La mayoría de los simuladores computacionales existentes generan resultados rápidos y con gran precisión,

pero en la mayoría de los casos arrojan resultados numéricos, y estos son fácilmente interpretados por quienes ya están tienen un dominio en la materia, pero son poco amigables con quienes se inician en el estudio de redes eléctricas, y en muchos de los casos no abarcan el procedimiento tradicional que resulta didáctico para el aprendizaje de los diferentes conceptos matemáticos aplicados en Ingeniería Eléctrica.

En la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Los Andes, actualmente se encuentra en desarrollo un programa denominado AnSiRE (Analizador Simbólico de Redes) que cuenta con un algoritmo capaz de analizar y resolver configuraciones circuitales que ya realizan otros programas, pero tiene un enfoque de desarrollo diferente, dirigido a ser más didáctico donde el estudiante puede observar los teoremas utilizados para obtener los resultados en el estudio de las redes eléctricas. El programa está formado por distintas funciones que realizan las operaciones simbólicas y numéricas basándose en el análisis simbólico de circuitos, mediante el cual se pueden obtener las expresiones simbólicas de voltaje, corriente y funciones de red.

En este sentido, se presenta a continuación una expansión de las funciones de cálculo del programa AnSiRE, mediante el desarrollo de un algoritmo que permite analizar la estabilidad y pasividad de cuadripolos, utilizando los métodos tradicionales y mostrando los arreglos y conclusiones pertinentes para los diferentes casos.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Análisis Simbólico de Circuitos**

El análisis simbólico es un proceso mediante el cual se pueden obtener las expresiones simbólicas de voltaje y corriente, esto permite de manera sencilla la obtención de las funciones de red, diagrama de polos y ceros, análisis en el dominio de la frecuencia y del tiempo (Transitorios), expresiones de ganancia de tensión y/o corriente. Actualmente existe una gran variedad de programas de simulación

simbólica como SAPWIN, SSPICE, SCAM, TYNA entre otros, utilizados para el diseño de circuitos; estos simuladores simbólicos de circuitos son programas o herramientas capaces de recibir la información de un circuito, procesar su topología mediante un archivo de texto conocido como la netlist del circuito o por medio de una interfaz gráfica, para así determinar la respectiva expresión simbólica que se desee del circuito.

### **AnSiRE**

AnSiRE (Analizador Simbólico de Redes Eléctricas), es un programa que cuenta con un algoritmo capaz de analizar y resolver configuraciones circuitales. El programa está formado por distintas funciones que realizan las operaciones simbólicas y numéricas basándose en la idea del análisis simbólico de circuito mediante el cual se puede obtener las expresiones simbólicas de voltaje, corriente y funciones de red. El método usado para desarrollar AnSiRE y su algoritmo es el de Análisis Nodal Modificado (ANM), que establece un sistema de ecuaciones que gobierna el comportamiento de un circuito eléctrico, método ampliamente usado por un buen número de programas. Aplica para elementos pasivos RLC, fuentes de corriente y/o tensión, independientes y controladas, amplificadores operacionales, transformador ideal y por acoplamiento<sup>1</sup>.

### **Operatividad general de AnSiRE**

AnSiRE, es un programa en desarrollo, razón por la cual aún no maneja una interfaz gráfica, por lo tanto, los circuitos son representados por ficheros de texto (netlist), archivo que está formado por una serie de sentencias que enumeran las características de todos y cada uno de los componentes del circuito, el programa realiza una lectura del archivo netlist, verificando la presencia de errores en el formato o escritura del archivo, lo que conlleva a la finalización del programa. En caso de que el archivo netlist esté libre de errores, el programa ejecuta los algoritmos desarrollados para realizar los cálculos y obtener una solución al problema planteado, generando las respuestas que se imprimen por pantalla con sus respectivas conclusiones y se almacenan en un archivo

de salida.

## METODOLOGÍA

### Ampliación de las capacidades de cálculo de AnSiRE.

La ampliación de las capacidades de cálculo del AnSiRE se realiza, sobre la determinación de la estabilidad y la pasividad de cuadripolos, operaciones que no son realizadas por los programas de simulación simbólica existentes hoy día a nivel comercial.

Los algoritmos desarrollados para el análisis de los cuadripolos o redes de dos puertos incorporados al programa AnSiRE, se basan en desarrollos teóricos y matemáticos presentados por Routh-Hurwitz, Raisbeck, y Llewellyn.

### Diseño e implementación del cálculo de estabilidad para cuadripolos

Se dice que una red eléctrica o sistema, lineal e invariante en el tiempo, es estable si su respuesta transitoria desaparece, mientras la respuesta permanente tiende a cero cuando el tiempo tiende a infinito, por lo tanto, ante señal de entrada o perturbación acotada, la salida o respuesta también es acotada.<sup>5</sup>

Por consiguiente, la red eléctrica es estable si la función de transferencia que relaciona la salida con la entrada de la red tiene polos confinados en el semiplano izquierdo del plano  $s$ , será marginalmente estable si tiene polos conjugados simples en el eje imaginario e inestable si presenta polos en el semiplano derecho del plano  $s$ .

Para realizar el análisis de estabilidad de una red eléctrica, se utiliza el criterio de Routh-Hurwitz el cual establece que el número de raíces del polinomio de la función de red con parte real positivo o ubicado en el semiplano derecho del plano  $s$  es igual al número de cambios de signo de la primera columna del arreglo o matriz de Routh-Hurwitz.<sup>6</sup>

Para realizar el cálculo de estabilidad en AnSiRE, la entrada necesaria es la matriz que define al cuadripolo, puede ser

introducida como matriz de impedancia, matriz de admitancia o matriz de parámetros híbridos; estar expresada en el dominio  $s$  o caracterizada por números complejos, y el algoritmo desarrollado la convertirá en una matriz híbrida general para los análisis posteriores.

Si la matriz está expresada en el dominio  $s$ , el análisis de estabilidad se realiza por aplicación directa del criterio de Routh-Hurwitz y si está caracterizada por números complejos se realiza un análisis de estabilidad absoluta aplicando el criterio de estabilidad absoluta de Llewellyn.<sup>7</sup>

Si los componentes de la matriz suministrada son funciones racionales en el dominio de Laplace o dominio  $s$ , entonces debe ingresarse el netlist con el acrónimo CN seguido por los coeficientes del polinomio del numerador comenzando desde el coeficiente que acompaña al operador con mayor potencia hasta el término independiente y separados por un espacio, en la siguiente línea se introduce el acrónimo para el polinomio del denominador CD y los coeficientes del polinomio comenzando desde el exponente de la mayor potencia hasta el término independiente y separados por un espacio. También, se introduce el nombre del coeficiente de la matriz precedido por la expresión FUN, aunque, no es necesario que se mantenga el orden de la introducción de los datos, es decir, los datos CN, CD y fun pueden ser suministrados en cualquier orden, pero cada uno en una línea de texto independiente, finalmente se establece el análisis que se quiere realizar con la expresión EST para estabilidad.

A continuación, se muestra un ejemplo para un cuadripolo con matriz de impedancia dada por:

$$[Z] = \begin{bmatrix} \frac{s^4 - s^3 + 3s^2 - 8s - 4}{s^3 - s^2 - 4} & \frac{s^3 + 2s^2 - 4s - 8}{s^3 - s^2 - 4} \\ \frac{-s^3 + 4s^2 - 4s}{s^3 - s^2 - 4} & \frac{3s^2 - 4s - 4}{s^3 - s^2 - 4} \end{bmatrix}$$

La entrada es entonces:

**FUN Z11**  
**CN 1 -1 3 -8 -4**  
**CD 1 -1 0 -4**

**FUN Z12**  
**CN 1 2 -4 -8**  
**CD 1 -1 0 -4**  
**FUN Z21**  
**CN -1 4 -4 0**  
**CD 1 -1 0 -4**  
**FUN Z22**  
**CN 3 -4 -4**  
**CD 1 -1 0 -4**  
**\*Análisis**  
**. EST**

En el caso de que la matriz suministrada posea coeficientes caracterizados por números complejos, cada uno de los coeficientes debe ser ingresado con el acrónimo CN seguido de la expresión del número complejo seguido en la siguiente línea por el nombre del coeficiente de la matriz precedido por la expresión FUN, la expresión del número complejo y el nombre del coeficiente pueden alternarse siempre y cuando cada uno tenga el acrónimo o la expresión que le corresponde, finalmente se establece el análisis que se quiere realizar con las expresión . EST para estabilidad.

A continuación, se muestra un ejemplo para un cuadripolo con matriz de impedancia dada por:

$$[Z] = \begin{bmatrix} 0.075 + (-0.060 + 100000000C)i & 0.001 + (0.001 - 100000000C)i \\ 0.01 + (0.1 + 100000000C)i & 0.002 + (0.001 + 100000000C)i \end{bmatrix}$$

La entrada es entonces:

**CN (0.075+i\*(-0.060+100000000\*C))**  
**FUN Z11**  
**FUN Z12**  
**CN (0.001+i\*(0.001-100000000\*C))**  
**FUN Z21**  
**CN (0.1-i\*(0.1+100000000\*C))**  
**FUN Z22**  
**CN (0.002+i\*(0.001+100000000\*C))**  
**\*Análisis**  
**. EST**

### **Diseño e implementación del cálculo de pasividad para cuadripolos**

En circuitos eléctricos, se conocen como elementos activos a aquellos que son capaces de generar o controlar tensiones o corrientes dentro de la red, por otra parte, los elementos pasivos son aquellos elementos

que no aportan energía a la red y que por el contrario la mayor parte de las veces son disipadores de energía, pero cumplen funciones importantes en el funcionamiento de los circuitos. Podría pensarse que una red compuesta únicamente de elementos pasivos es una red pasiva y que una red compuesta por al menos un elemento activo es una red activa, pero esto no siempre es así, sino que se deben cumplir ciertos criterios que denoten esta característica.

Se puede hablar de pasividad y actividad en función del tiempo y energía para una red de n puertos. Para que una red de n puertos e invariante en el tiempo sea pasiva es necesario y suficiente que su matriz híbrida general sea real y positiva.<sup>8</sup>

Estos resultados pueden ser extendidos si se introducen los conceptos de frecuencia discreta de pasividad y actividad en una única frecuencia compleja, una red de n puertos dada puede dividir el semiplano derecho del plano complejo s en regiones de pasividad y actividad. En la región pasiva, la red de n puertos puede ser reemplazada por una red equivalente pasiva de n puertos. En la región activa, la red de n puertos puede ser dispuesta para alcanzar ganancia de potencia o para oscilar por medios de una red incrustada apropiada. Sin embargo, en aplicaciones prácticas, el interés está principalmente orientado al análisis del comportamiento de las redes de dos puertos en el eje real de frecuencia.

Para realizar el cálculo de pasividad en AnSiRE, los algoritmos desarrollados se fundamentan en el Teorema de Raisbeck<sup>7</sup>. La entrada necesaria es la matriz que define al cuadripolo, puede ser introducida como matriz de impedancia, matriz de admitancia o matriz de parámetros híbridos; estar expresada en el dominio s o caracterizada por números complejos, y el algoritmo desarrollado la convertirá en una matriz híbrida general para los análisis posteriores mediante el empleo de criterio para funciones reales positivas, análisis de la matriz hermitiana, y el teorema de Sturm.

Previo al análisis de pasividad, debe verificarse la estabilidad de la red, ya que



para que una red sea pasiva debe ser estable, por lo tanto el netlist para realizar el análisis de pasividad es idéntico al realizado con el análisis de estabilidad, solo que se le agrega una línea de comando identificada como .PAS. A continuación, se muestra un ejemplo de declaración del netlist usando la matriz declarada para el análisis de estabilidad.

La entrada es entonces:

```

CN (0.075+i*(-0.060+100000000*C))
FUN Z11
FUN Z12
CN (0.001+i*(0.001-100000000*C))
FUN Z21
CN (0.1-i*(0.1+100000000*C))
FUN Z22
CN (0.002+i*(0.001+100000000*C))
*Análisis
. EST
.PAS

```

## RESULTADOS

### Análisis de estabilidad de cuadripolos en AnSiRE

Para validar los resultados que se obtienen cuando se realiza análisis de estabilidad, mediante el algoritmo desarrollado en AnSiRE, se presentan a continuación cuatro ejemplos, para diferentes casos.

**Ejemplo N°1:** En el capítulo 7 del libro Linear Active Networks de Robert Spence,<sup>9</sup> se plantea un ejemplo que hace referencia a la figura 7.17 del mismo libro, el cual indica los parámetros de la matriz de admitancia, de valores: ( $y_{11}=75-i60$ ,  $y_{12}=1-i1$ ,  $y_{21}=100-i100$ ,  $y_{22}=2-i1$ ) todas las unidades en miliohm, con una frecuencia dada de 100 MHz, se solicita determinar los valores que pueda tener el capacitor, que conectado en paralelo no produzca que la red sea inestable. ingresando la matriz pertinente al ejemplo, el programa lee la matriz y la muestra en pantalla de la forma:

Datos de entrada:

```

CN (0.075+i*(-0.060+100000000*C))
fun Z11

```

```

fun Z12
CN (0.001+i*(0.001-100000000*C))

```

```

fun Z21
CN (0.1-i*(0.1+100000000*C))

```

```

fun Z22
CN (0.002+i*(0.001+100000000*C))
. EST

```

Al correr el programa se obtiene el siguiente análisis:

### MATRIZ HIBRIDA GENERAL

```

Z11 = (0.075+i*(-0.060+100000000*C))
Z12 = (0.001+i*(0.001-100000000*C))
Z21 = (0.1-i*(0.1+100000000*C))
Z22 = (0.002+i*(0.001+100000000*C))

```

Después de esto el programa ha analizado el dominio en el que se encuentra la matriz ingresada y procede a realizar el estudio de los elementos pertinentes al caso en que se encuentra.

En este ejemplo, donde los elementos están dados en forma de números complejos se procede al análisis de los elementos de la matriz de impedancia y las expresiones resultantes de las condiciones de estabilidad absoluta.

### ESTUDIO DE ESTABILIDAD ABSOLUTA PARA COEFICIENTES COMPLEJOS

#### ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE IMPEDANCIA

**ReZ11 = 3/40**

El elemento **ReZ11** cumple con la primera condición de estabilidad absoluta

**(ReZ11 >= 0)** por lo queda por comprobar la última condición de estabilidad absoluta para concluir si el cuadripolo es estable.

**ReZ22 = 1/500**

El elemento **ReZ22** cumple con la segunda condición de estabilidad absoluta

**(ReZ22 >= 0)** por lo queda por comprobar la

última condición de estabilidad absoluta para concluir si el cuadripolo es estable.

$$2\text{Re}Z_{11}\text{Re}Z_{22} - \text{Re}(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}| = (5940 * C) - (96010000000000 * C^2) - 3e-008$$

Los valores de C para los cuales la tercera condición de estabilidad absoluta  $(2\text{Re}Z_{11}\text{Re}Z_{22} - \text{Re}(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}| >= 0)$ , se encuentran en los rangos de:

**5.54802e-012 y 5.63205e-011**

Como se puede observar, se muestran los elementos que han sido estudiados y se explica cómo cada uno cumple la condición de estabilidad absoluta que le corresponde. Finalmente se muestran las conclusiones obtenidas del análisis realizado.

Los rangos solución para los valores de C, resultantes de la intercepción de la solución de **ReZ<sub>11</sub>, ReZ<sub>22</sub> y (2ReZ<sub>11</sub>ReZ<sub>22</sub> - Re(Z<sub>12</sub>Z<sub>21</sub>) - |Z<sub>12</sub>Z<sub>21</sub>|)** para estabilidad absoluta se encuentran entre:

**5.54802e-012 y 5.63205e-011**

**Ejemplo N°2:** Tomado de los apuntes del profesor de la Escuela de Ingeniería Eléctrica Pablo Pérez Gamboa,<sup>10</sup> donde las funciones racionales pertenecientes a la matriz de impedancia están expresadas en la transformada de Laplace.

$$[Z] = \begin{bmatrix} \frac{5s}{s^2+9} & \frac{s-9}{s^2+9} \\ \frac{s+9}{s^2+9} & \frac{2s}{s^2+9} \end{bmatrix}$$

Datos de entrada:

**CN 5 0  
CD 1 0 9  
fun z11  
fun Z12  
CN 1 -9  
CD 1 0 9**

**fun Z21  
CN 1 9  
CD 1 0 9**

**fun Z22**

**CN 2 0  
CD 1 0 9  
Análisis  
.EST**

Al correr el programa se obtiene el siguiente análisis:

### **MATRIZ HIBRIDA GENERAL**

$$\begin{aligned} Z_{11} &= (5 * S) / (1 * S^2 + 9) \\ Z_{12} &= (S - 9) / (1 * S^2 + 9) \\ Z_{21} &= (S + 9) / (1 * S^2 + 9) \\ Z_{22} &= (2 * S) / (1 * S^2 + 9) \end{aligned}$$

Los elementos de la matriz ingresada son impresos en pantalla en todos los casos para que el usuario pueda apreciar los datos que ha suministrado y para los casos donde la matriz está dada en el dominio de la frecuencia se muestra el polinomio característico al cual se le aplicara el análisis de Routh-Hurwitz y se imprime este mismo análisis, como se puede apreciar a continuación.

El polinomio característico ingresado es:

$$1.000000 * S^2 + 0.000000 * S^1 + 9.000000$$

Arreglo de Routh-Hurwitz

$$\begin{array}{cc} 1.000000 & 9.000000 \\ 0.000000 & \end{array}$$

En este caso una fila completa tiene valor cero, por lo tanto, se debe formar un polinomio auxiliar p2(s) derivando el polinomio anterior, se sustituye la fila de ceros por:

$$\begin{array}{c} 2 \\ 9 \end{array}$$

Conclusiones

No hay cambios de signos en la primera columna del arreglo de Routh-Hurwitz, lo que indica que no existen raíces ubicadas en el semiplano derecho del plano s. por lo tanto, el sistema es estable.

Inicialmente el arreglo de Routh-Hurwitz nos sirve para determinar y apreciar de manera visual si existen raíces ubicadas en el semiplano izquierdo del plano  $s$  la cual es una condición necesaria para determinar estabilidad.

En la matriz de impedancia estudiada en este ejemplo, se presenta un caso en particular donde una fila entera del arreglo de Routh-Hurwitz tiene valor cero y se puede apreciar el análisis presentado y la solución al mismo descrita en palabras y de manera numérica, esto pasa tanto para este como para los demás casos particulares que se pueden presentar. Finalmente se realiza el análisis de estabilidad total y se presentan las conclusiones. La figura 2 muestra el resultado de estabilidad.

Ahora, para que un cuadripolo sea determinado como absolutamente estable deben estudiarse los elementos de la matriz de impedancia y cumplirse ciertas condiciones

### ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE IMPEDANCIA

$$\operatorname{Re}Z_{11} = 0$$

$\operatorname{Re}Z_{11} \succ 0$ , por lo tanto, se cumple la primera condición de estabilidad absoluta de los elementos de la matriz de impedancia.

$$\operatorname{Re}Z_{22} = 0$$

$\operatorname{Re}Z_{22} \succ 0$ , por lo tanto, se cumple la segunda condición de estabilidad absoluta de los elementos de la matriz de impedancia.

$$2\operatorname{Re}Z_{11}\operatorname{Re}Z_{22} - \operatorname{Re}(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}| = (W^6 + (62*W^4) - (1539*W^2))/((W^2 - 9)^4)$$

Los valores de Omega para los cuales la tercera condición de estabilidad absoluta ( $2\operatorname{Re}Z_{11}\operatorname{Re}Z_{22} - \operatorname{Re}(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}| \succ 0$ ), se encuentran en los rangos de:

$$4.3588989435 \text{ y } 1000000.0000000000$$

Dado que  $\operatorname{Re}Z_{11}$  y  $\operatorname{Re}Z_{22}$  no poseen intervalos solución, los intervalos de la tercera condición ( $2\operatorname{Re}Z_{11}\operatorname{Re}Z_{22} - \operatorname{Re}(Z_{12}Z_{21})$

-  $|Z_{12}Z_{21}| \succ 0$ ), serán los intervalos de estabilidad absoluta solución del sistema.

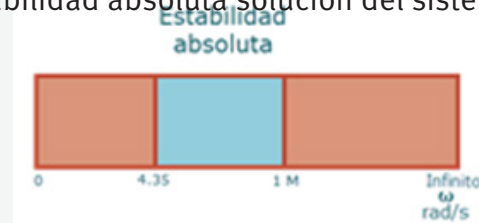


Figura 2. Ejemplo 2, rango de frecuencia para estabilidad absoluta (azul)

**Ejemplo N°3:** Tomado de la literatura,<sup>10</sup> donde la matriz híbrida general, es presentada en el dominio de la frecuencia ( $i\omega$ ), por lo cual no se aplica el análisis de Routh-Hurwitz y se procede directamente al análisis de estabilidad absoluta.

Datos de entrada:

```
CN 1 1 5 2
CD 1 1 2
fun Z11
```

```
fun Z12
CN 1 4 4
CD 1 1 2
```

```
fun Z21
CN -1 2 0
CD 1 1 2
```

```
fun Z22
CN 3 2
CD 1 1 2
```

.EST

Al correr el programa se obtienen los siguientes resultados.

### MATRIZ HIBRIDA GENERAL

$$Z_{11} = (1*(i*w)^3 + 1*(i*w)^2 + 5*(i*w) + 2) / (1*(i*w)^2 + 1*(i*w) + 2)$$

$$Z_{12} = (1*(i*w)^2 + 4*(i*w) + 4) / (1*(i*w)^2 + 1*(i*w) + 2)$$

$$Z_{21} = (-1*(i*w)^2 + 2*(i*w)) / (1*(i*w)^2 + 1*(i*w) + 2)$$

$Z_{22} = (3*(i*w)+2)/(1*(i*w)^2+1*(i*w)+2)$   
 Nuevamente se presenta una matriz, que esta vez se encuentra en el dominio de la frecuencia con la diferencia de que el valor multiplicador  $s$  fue sustituido por su equivalente  $iw$ , y esto implica que no es desarrollado el criterio de Routh-Hurwitz y se procede con análisis de estabilidad absoluta, en este caso las tres condiciones presentan en sus expresiones la variable involucrada y por lo tanto para cada una se presenta los intervalos solución y por último la intercepción de las tres soluciones (Figura 3) con la región de estabilidad en color azul.

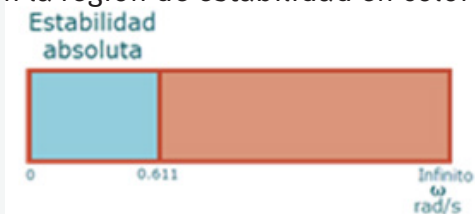


Figura 3 Ejemplo 3, rango de frecuencia para estabilidad absoluta (azul)

### ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE IMPEDANCIA

$ReZ_{11} = (w^2 + 4)/(4 + w^4 - (3*w^2))$   
 Los valores de Omega para los cuales  $ReZ_{11}$  cumple las condiciones de estabilidad absoluta ( $ReZ_{11} > 0$ ), se encuentran en los rangos de:

**0.0000000000 y 1000000.0000000000**

$ReZ_{22} = (w^2 + 4)/(4 + w^4 - (3*w^2))$   
 Los valores de Omega para los cuales  $ReZ_{22}$  cumple las condiciones de estabilidad absoluta ( $ReZ_{22} > 0$ ), se encuentran en los rangos de:

**0.0000000000 y 1000000.0000000000**

$$2ReZ_{11}ReZ_{22} - Re(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}| = (32 - (9*w^6) - (54*w^4) - (64*w^2))/((4 + w^4 - (3*w^2))^2)$$

Los valores de Omega para los cuales la tercera condición de estabilidad absoluta ( $2ReZ_{11}ReZ_{22} - Re(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}| > 0$ ), se encuentran en los rangos de:

**0.0000000000 y 0.6118566351**

Los rangos solución para los valores de Omega, resultantes de la intercepción de la solución de  $ReZ_{11}$ ,  $ReZ_{22}$  y  $(2ReZ_{11}ReZ_{22} - Re(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}|)$  para estabilidad absoluta se encuentran entre:

**0.0000000000 y 0.611856635064582**

**Ejemplo N°4:** Tomado del libro Steven Haykin, Active Network Theory,<sup>11</sup> ejercicio propuesto 5.4 parte a, y este presenta la matriz h. presenta un transistor en paralelo con un cuadripolo compuesto por una inductancia y una resistencia en serie, por lo que a través de las transformaciones entre parámetros se obtiene la matriz de admitancia.

Datos de entrada:

**CN 20e-6 1.02**  
**CD 0.01 10**  
**fun Z11**  
**fun Z12**  
**CN -2e-9 -1.000002**  
**CD 0.01 10**  
**fun Z21**  
**CN 2e-3 1**  
**CD 0.01 10**  
**fun Z22**  
**CN 1**  
**CD 0.01 10**  
**.EST**

Al correr el programa se obtiene el análisis que sigue:

### MATRIZ HIBRIDA GENERAL

$$H_{11} = (1.02+20e-6*i*w)/(10+0.01*i*w)$$

$$H_{12} = (-1.000002-2e-9*i*w)/(10+0.01*i*w)$$

$$H_{21} = (1+2e-3*i*w)/(10+0.01*i*w)$$

$$H_{22} = (1/(10+0.01*i*w))$$

$$ReZ_{11} = 0.002 + (100000/(1000000 + w^2))$$

La parte real de  $Z_{11}$  ( $ReZ_{11}$ ) es positiva para todo Omega por lo que se cumple la primera condición de estabilidad absoluta.

$$ReZ_{22} = 100000/(1000000 + w^2)$$

La parte real de  $Z_{22}$  ( $ReZ_{22}$ ) es positiva

para todo Omega por lo que se cumple la segunda condición de estabilidad absoluta.

$$\frac{2\text{Re}Z_{11}\text{Re}Z_{22} - \text{Re}(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}|}{((51000000 + w^2)^2)} = (515100510000 - (24999948.000025 * w^2))$$

Los valores de Omega para los cuales la tercera condición de estabilidad absoluta

$$(2\text{Re}Z_{11}\text{Re}Z_{22} - \text{Re}(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}|) \geq 0,$$

se encuentran en los rangos de:

Los rangos solución para los valores de Omega, resultantes de la intercepción de la solución de  $\text{Re}Z_{11}$ ,  $\text{Re}Z_{22}$  y  $(2\text{Re}Z_{11}\text{Re}Z_{22} - \text{Re}(Z_{12}Z_{21}) - |Z_{12}Z_{21}|)$  para estabilidad absoluta se encuentran entre:

0 y 1435.41

Finalmente se muestra el rango de estabilidad absoluta en la fFigura 4.

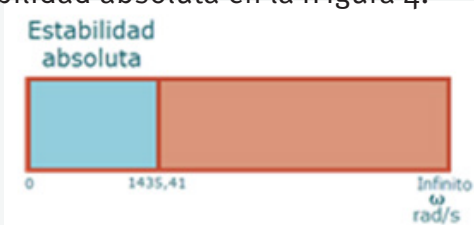


Figura 4 Ejemplo 4. rango de frecuencia para estabilidad absoluta (azul).

### Análisis de pasividad de cuadripolos en AnSiRE

Para validar los resultados que se obtienen cuando se realiza análisis de pasividad, mediante el algoritmo desarrollado en AnSiRE, se presentan a continuación tres ejemplos, para diferentes casos.

**Ejemplo N°5:** Tomado de la figura 7.19 del libro Linear Active Networks de Robert Spence.<sup>9</sup>

Datos de entrada.

$$\text{CN}(0.075 + i * (-0.060 + 100000000 * C))$$

$$\text{fun } Z_{11}$$

$$\text{fun } Z_{12}$$

$$\text{CN}(0.001 + i * (0.001 - 100000000 * C))$$

$$\text{fun } Z_{21}$$

$$\text{CN}(0.1 - i * (0.1 + 100000000 * C))$$

$$\text{fun } Z_{22}$$

$$\text{CN}(0.002 + i * (0.001 + 100000000 * C))$$

$$. \text{EST}$$

$$. \text{PAS}$$

Al correr el programa se obtiene el siguiente análisis que sigue al análisis de estabilidad:

### MATRIZ DE IMPEDANCIA

$$Z_{11} = (0.075 + i * (-0.060 + 100000000 * C))$$

$$Z_{12} = (0.001 + i * (0.001 - 100000000 * C))$$

$$Z_{21} = (0.1 - i * (0.1 + 100000000 * C))$$

$$Z_{22} = (0.002 + i * (0.001 + 100000000 * C))$$

ANALISIS DE PASIVIDAD PARA COEFICIENTES COMPLEJOS

ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ HERMITIANA.

$$K_{11} = 3/40$$

$K_{11} \geq 0$ , por lo tanto, del primer elemento de la matriz hermitiana cumple la condición.

$$K_{22} = 1/500$$

$K_{22} \geq 0$ , por lo tanto, la segunda condición de pasividad en cuanto a la matriz hermitiana se refiere, se satisface.

$$\text{Determinante} = -0.0049505$$

El determinante no cumple la condición que debe satisfacerse, lo que indica que el cuadripolo NO es pasivo.

Aunque se satisfacen las dos primeras condiciones de pasividad, las cuales toman en consideración, los elementos  $K_{11}$  y  $K_{22}$  de la matriz hermitiana, el determinante de la matriz hermitiana no cumple con la condición necesaria, por lo que se concluye que el cuadripolo NO es pasivo.

Como se pueda notar, el ejemplo estudia la pasividad de la matriz que viene dada en forma de números complejos.

**Ejemplo N°6:** Tomando la información



suministrada en la literatura 10, la cual describe las funciones racionales pertenecientes a la matriz de impedancia están expresadas en la transformada de Laplace.

$$[Z] = \begin{bmatrix} \frac{5s}{s^2+9} & \frac{s-9}{s^2+9} \\ \frac{s+9}{s^2+9} & \frac{2s}{s^2+9} \end{bmatrix}$$

Datos de entrada:

**CN 5 0**  
**CD 1 0 9**  
**fun z11**  
**fun Z12**  
**CN 1 -9**  
**CD 1 0 9**

**fun Z21**  
**CN 1 9**  
**CD 1 0 9**

**fun Z22**  
**CN 2 0**  
**CD 1 0 9**

**Análisis**  
**.EST**  
**.PAS**

Al correr el programa se obtiene el siguiente análisis que sigue al análisis de estabilidad:

### MATRIZ DE IMPEDANCIA

$$\begin{aligned} Z_{11} &= (5*S)/(1*S^2+9) \\ Z_{12} &= (S-9)/(1*S^2+9) \\ Z_{21} &= (S+9)/(1*S^2+9) \\ Z_{22} &= (2*S)/(1*S^2+9) \end{aligned}$$

ANALISIS DE PASIVIDAD.

Elementos de la matriz hermitiana

$$K_{11} = 0$$

$K_{11} \succ= 0$ , por lo tanto, del primer elemento de la matriz hermitiana cumple la condición.

$$K_{22} = 0$$

$K_{22} \succ= 0$ , por lo tanto, la segunda condición de pasividad en cuanto a la matriz hermitiana

se refiere, se satisface.  
 Determinante = 0

El determinante  $\succ= 0$ , por lo tanto, la tercera condición de pasividad en cuanto a la matriz hermitiana se refiere, se satisface.

Los tres elementos de la matriz hermitiana ( $K_{11}$ ,  $K_{22}$ , Determinante) cumplen las condiciones de pasividad, por lo que se concluye que el cuadripolo es PASIVO.

**Ejemplo N°7:** Tomando la información suministrada en la literatura,<sup>11</sup> ejercicio propuesto 5.4 parte a, y este presenta la matriz h. presenta un transistor en paralelo con un cuadripolo compuesto por una inductancia y una resistencia en serie, por lo que a través de las transformaciones entre parámetros se obtiene la matriz de admitancia.

Datos de entrada:

**CN 20e-6 1.02**  
**CD 0.01 10**  
**fun Z11**

**fun Z12**  
**CN -2e-9 -1.000002**  
**CD 0.01 10**

**fun Z21**  
**CN 2e-3 1**  
**CD 0.01 10**

**fun Z22**  
**CN 1**  
**CD 0.01 10**

**.EST**  
**.PAS**

Al correr al programa se obtiene inicialmente el análisis de estabilidad y luego continúa el siguiente análisis, el rango de pasividad puede observarse en la figura 5.

### MATRIZ DE IMPEDANCIA

$$\begin{aligned} Z_{11} &= (1.02+20e-6*i*w)/(10+0.01*i*w) \\ Z_{12} &= (-1.000002-2e-9*i*w)/(10+0.01*i*w) \\ Z_{21} &= (1+2e-3*i*w)/(10+0.01*i*w) \\ Z_{22} &= (1/(10+0.01*i*w)) \end{aligned}$$

## ANÁLISIS DE PASIVIDAD.

Elementos de la matriz hermitiana

$$K_{11} = (102000 + (0.002 * \omega^2)) / (1000000 + \omega^2)$$

Los valores de Omega para los cuales  $K_{11}$  cumple las condiciones de pasividad ( $K_{11} \geq 0$ ), se encuentran en los rangos de:

$$0.0000000000 \text{ y } 1000000.0000000000$$

$$K_{22} = 100000 / (1000000 + \omega^2)$$

Los valores de Omega para los cuales  $K_{22}$  cumple las condiciones de pasividad ( $K_{22} \geq 0$ ), se encuentran en los rangos de:

$$0.0000000000 \text{ y } 1000000.0000000000$$

$$\text{Determinante} = (10199.99999999 - (0.00999998000001 * \omega^2)) / (1000000 + \omega^2)$$

Los valores de Omega para los cuales el determinante cumple las condiciones de pasividad (Determinante  $\geq 0$ ), se encuentran

## Conclusiones

Se ha desarrollado un software que realiza análisis simbólico y numérico de estabilidad y pasividad de cuadripolos, con la ventaja que permite al usuario visualizar el análisis y las conclusiones durante y después de realizado el estudio.

El programa desarrollado abarca el análisis para redes de dos puertos (cuadripolos), tanto para estabilidad como para pasividad, por lo que se persigue con estas particularidades una experiencia didáctica enriquecedora, ya que el usuario podrá tener explicaciones instantáneas para cada uno de los casos estudiados, lo que abarca desde el estudio del polinomio característico, análisis de los elementos de la matriz suministrada y análisis de los elementos de la matriz hermitiana.

El usuario tendrá la oportunidad de apreciar las conclusiones de cada uno de los casos que se puedan presentar, pues el programa cuenta con el análisis para los casos que pudiesen presentarse, lo que guiará al usuario que se encuentre estudiando los tópicos mencionados a un entendimiento rápido de los conceptos a partir del análisis brindado.

Tomando en consideración que generalmente los libros de referencia en el área de las Ciencias e Ingeniería presentan problemas propuestos cuyas respuestas no son siempre presentadas, el algoritmo desarrollado en AnSiRE se convierte en una herramienta para revisar resultados en el momento que el usuario esté resolviendo ejercicios manualmente y quiera comprobar los resultados obtenidos

en los rangos de:

$$0.0000000000 \text{ y } 1009.9515037872$$

$K_{11}$  es positivo para todo Omega, por lo tanto, cumple la primera condición de pasividad.

$K_{22}$  es positivo para todo Omega, lo que satisface la segunda condición de pasividad.

Los rangos solución para los valores de  $\omega$ , resultantes de la intercepción de la solución de  $K_{11}$ ,  $K_{22}$  y el determinante para pasividad se encuentran entre:

$$0.0000000000 \text{ y } 1009.9515037872$$



Figura 5. Ejemplo 7, rango de pasividad y actividad

## Referencias

- 1.- J. R. Sotelo, Análisis Simbólico de Circuitos. Parte 1: Motor de Cálculo., Mérida: Universidad de Los Andes, 2017.
- 2- 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.
- 3- Svoboda, J., Dorf, R. Introduction to Electric Circuits. 9th Edition. United States of America. John Wiley & Sons, Inc. 2014. 841-845.
- 4- Sudhakar, A., Palli, S. Circuits and Networks Analysis and Synthesis. Fifth Edition. New Delhi. McGraw Hill Education. 2015. 707-715.
- 5- Van Vankelburg, M. Análisis de Redes, Tercera Edición. México D.F. LIMUSA, S.A., 1980. 353-364.
- 6- Bhattacharya, S.K. Control Systems Engineering. Singapore. New Delhi. Pearson. 2014. 261-282.
- 7- G. Raisbeck. (1954). A Definition of Passive Linear Networks in Terms of Time and Energy. Journal of Applied Physics 25, pp1510.
- 8- Chen, W. Active Network Analysis Feedback Amplifier Theory, Second Edition, Singapore. World Scientific. 2017. 157-165.
- 9- Spence, R. Linear Active Networks. Great Britain: John Wiley & Sons. 1970. 232-236.
- 10- Gamboa, P. Función de Red - Tema 3. USTED-FI. Mérida. 1982. 42-48.
- 11- Haykin S. Active Network Theory, Great Britain: Addison-Wesley Publishing Company, 1970. 256.

# ENTORNO VIRTUAL EN LA PLATAFORMA MOODLE COMO RECURSO PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONTABILIDAD

## VIRTUAL ENVIRONMENT IN THE MOODLE PLATFORM AS A RESOURCE FOR THE TEACHING OF ACCOUNTING

**Katihuska Alvarez Santiago**

Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio.  
Universidad Pedagógica Experimental Libertador. UPEL/IMPM.  
Mérida-5101-Venezuela; Email: katandjhei@gmail.com

**Recibido:** 01-02-2023

**Aceptado:** 14-05-2023

### RESUMEN

El objetivo fundamental de la investigación, estuvo orientado en construir un entorno virtual para el complemento de la enseñanza de la Contabilidad en cuarto año de Educación Media Técnica, con la finalidad ofrecer un recurso de apoyo que permita al docente desarrollar contenidos específicos a distancia, a través de la plataforma Moodle, como acompañantes productivos en la Educación Media Técnica. La metodología a aplicar tuvo un enfoque cuantitativo siguiendo los pasos de la modalidad de proyecto especial. Como muestra se tomó el total de la población de 5 docentes y 30 estudiantes. El instrumento a aplicar fue el cuestionario estructurado bajo una escala tipo Likert. La validez del instrumento se determinó por juicio de expertos y el coeficiente de proporción de rango dando un valor de 0.80 para docentes y 0,79 para los estudiantes. La confiabilidad por prueba piloto y el coeficiente de alfa de cronbach obteniendo 0,986 en los docentes y 0,985 los estudiantes, reflejando alto grado de confiabilidad. Los resultados de los instrumentos aplicados reflejan que los docentes no implementan ningún recurso virtual para la enseñanza de la contabilidad, se centran en sólo enviar ejercicios o guía por correo sin promover la interacción y el conectivismo de los recursos de la web. En este sentido, el diagnóstico permitió cimentar la propuesta según las necesidades detectadas y servir de base al resultado tangible de un entorno virtual bajo el diseño Instruccional ADDIE, con cinco (5) módulos estructurados en la metodología PACIE. Se concluye con el estudio la imperiosa necesidad de estar a la vanguardia de recursos innovadores que verdaderamente atienda a los estudiantes del milenio.

**Palabras Claves:** Entornos Virtuales, Enseñanza, contabilidad, Educación Media Técnica.

**Katihuska Alvarez Santiago :** Licenciada en contaduría pública egresada de la Universidad de los Andes. Magister en Innovación Educativa egresada del Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio (IMPM-UPEL).  
Email: katandjhei@gmail.com

## VIRTUAL ENVIRONMENT IN THE MOODLE PLATFORM AS A RESOURCE FOR THE TEACHING OF ACCOUNTING

### ABSTRACT

The fundamental objective of the research was oriented to build a virtual environment to complement the teaching of Accounting in the fourth year of Technical Secondary Education, with the purpose of offering a support resource that allows the teacher to develop specific contents at a distance, at through the Moodle platform, as productive companions in Technical Media Education. The methodology to be applied had a quantitative approach following the steps of the special project modality. As a sample, the total population of 5 teachers and 30 students was taken. The instrument to be applied was the questionnaire structured under a Likert-type scale. The validity of the instrument was determined by expert judgment and the rank proportion coefficient giving a value of 0.80 for teachers and 0.79 for students. The reliability by pilot test and the Cronbach's alpha coefficient obtaining 0.986 in the teachers and 0.985 in the students, reflecting a high degree of reliability. The results of the applied instruments reflect that teachers do not implement any virtual resource for teaching accounting, they focus on only sending exercises or guides by mail without promoting interaction and connectivism of web resources. Diagnosis that allowed the foundation of the proposal according to the detected needs Which consisted of a tangible result of a virtual environment under the ADDIE Instructional design, with five (5) modules structured in the PACIE methodology. The study concludes with the urgent need to be at the forefront of innovative resources that truly serve millennial students.

**Keywords:** Virtual Environments, Teaching, Accounting, Technical Media Education.

**Katihuska Alvarez Santiago :** Licenciada en contaduría pública egresada de la Universidad de los Andes. Magister en Innovación Educativa egresada del Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio (IMPM-UPEL).  
Email: katandjhei@gmail.com



## Introducción

El auge de las tecnologías en el mundo ha modificado el paradigma educativo, la llamada revolución informática ha permitido fusionar los beneficios que esta aporta a la praxis educativa, creando modelos que le permiten al docente enseñar a través de los medios digitales. Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se convierten en un recurso útil en el ámbito pedagógico y han tomado espacio, con el fin de estimular el crecimiento educativo. Dentro de los recursos generados por las TIC, los entornos virtuales nacen por la necesidad de crear nuevos modelos, tendencias y estrategias que permitan al docente ser más eficaz, a su vez, más exitoso en el proceso de enseñanza.

En efecto, los entornos virtuales tienen la capacidad de responder al contexto de quien lo manipula y cobran especial relevancia cuando estos incluyen contenidos definidos en el proceso de enseñanza, obteniendo de ellos un aprendizaje significativo. En este contexto, la contabilidad es parte de los aspectos administrativos, que corresponden a la realidad del mundo. Usando un entorno virtual como recurso de enseñanza le permite al docente orientar la respuesta apropiada, como parte de las estructuras que conforman el conocimiento de la contabilidad.

Para los docentes de Educación Media Técnica de la Escuela Técnica Comercial (E.T.C.); es requerido un rediseño en la didáctica para el aprendizaje de la contabilidad debido a que estos sistemas de enseñanza a través de los recursos virtuales son propios hoy día en el campo educativo, y posibilita que los docentes tengan una mayor diversificación en las estrategias que acompañen cada contenido que median.

En tal sentido, se busca a través del entorno virtual generar cambios significativos, mejorando el proceso de enseñanza con recursos de comunicación sincrónico y asincrónico, a fin de poder interactuar, argumentar, discutir y refutar ideas, que generen su propio aprendizaje. El uso de los entornos virtuales en la educación media técnica, hace necesario que el

docente se apropie de este recurso, para la enseñanza de la contabilidad, y así, facilitar la comprensión de la asignatura.

## Desarrollo

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), han incorporado muchos cambios en el estilo de vida de la población en general (multimedia, ciberespacio, conectividad entre otros), generando beneficios a todos quienes hacen uso de la tecnología, tales como: comunicaciones a distancia, videoconferencias, video llamadas y demás avances; fomentando un vínculo de comunicación entre las personas, adaptando así como diversificando cada día más el uso de las TIC dando paso a una sociedad digital soportada sobre la base del desarrollo de las telecomunicaciones.

Actualmente las TIC, han generado nuevos espacios educativos, en los cuales se ha hecho con mayor facilidad el proceso de enseñanza. La incorporación de recursos tecnológicos como las aulas y entornos virtuales ha logrado estimular el aprendizaje, impulsando la construcción de conocimiento en los estudiantes a través de nuevas vías con la implementación de las herramientas tecnológicas, en de mencionar que:

Se trata, con ello, de propiciar la creación de "nuevos entornos de enseñanza y aprendizaje", para cambiar los papeles tradicionales de profesorado y estudiantes, haciendo de las TIC no sólo un recurso didáctico más, sino un instrumento valioso para la formación de los mismo.<sup>1</sup>

En consecuencia, las nuevas tecnologías seden sus espacios a modelos educativos innovadores, debido a que las TIC representan un recurso alternativo tanto en los docentes como en los estudiantes, dado que se pueden crear espacios para renovar, automatizar y promover la producción creativa de los aprendizajes en los estudiantes, en tal sentido se refiere que los entornos virtuales "son los escenarios del espacio para enseñar al estudiante a acceder, apropiarse y procesar información así como para desarrollar competencias profesionales".<sup>2</sup> Asimismo, los entornos virtuales de enseñanza brindan

herramientas de apoyo para facilitar el acceso a la información y a los espacios organizados y creados por los docentes.

Por consiguiente, los entornos virtuales actualmente, son un recurso necesario para el proceso de enseñanza, han de implementarse en las instituciones de educación media técnica permitiendo reforzar la creación de contenidos para obtener una enseñanza interactiva que contribuya con el aprendizaje significativo de los estudiantes de este nivel escolar.

Este tipo de enseñanza dada a través de los entornos o áreas virtuales, se convierten en un recurso de ayuda para los docentes al momento de mediar sus clases, ya que los estudiantes tienen conocimientos previos del tema correspondiente, esto atendiendo la afirmación que indica que “el entorno se construye a partir de la interacción con los objetos de aprendizaje, con los recursos, así como con las personas que se comunican de manera sincrónica y asincrónica para establecer relaciones, tales como; estudiante-maestro, estudiante-estudiante de otras culturas”.<sup>3</sup>

Por tanto, los docentes, deben ir integrando las nuevas tecnologías a la educación tradicional, para obtener un sistema educativo eficaz, con recursos para fortalecer la enseñanza. El docente, es quien debe promover las herramientas garantes de un trabajo de calidad, dentro o fuera de la institución; para lo cual, se deben construir espacios innovadores, en virtud que los docentes puedan transformar la pedagogía existente, con nuevos métodos y estrategias para la enseñanza, que favorezca un ambiente adecuado para la discusión entre los estudiantes.

En otras palabras, la innovación en las formas de enseñar, es importante según la actitud que tenga el docente, el estudiante fortalecerá sus capacidades, aptitudes y destrezas, por ello, los entornos virtuales son recursos necesarios para la enseñanza, pues permite de manera efectiva la resolución de problemas. Es relevante señalar que, al utilizar procedimientos no tradicionales, se crea un impacto en la práctica educativa,

debido a los conocimientos se obtienen de forma interactiva muy vinculada con el aprendizaje significativo y el aprender a aprender.

Así mismo, el entorno virtual se convierte así en un portal innovador, generando herramientas útiles para mejorar la calidad de la enseñanza; asociado a ello se asume la innovación como “conjunto de ideas, procesos y estrategias, más o menos sistematizados, mediante los cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes”.<sup>4</sup> Los procesos y estrategias renovadoras en la educación producen cambios que afectan de alguna manera a los estudiantes y generan un cambio del modelo rutinario en sistemas tecnificados de la enseñanza en el que se obtienen mejores resultados, esta modalidad puede ser utilizada en cualquier área de enseñanza sin importar el contenido educativo a promover.

Por consiguiente, al utilizar estos recursos, los educadores transforman el proceso de enseñanza a partir de la interacción didáctica en la web, dejando a un lado las limitaciones de espacio físico, promoviendo así prácticas novedosas, teniendo en cuenta que un entorno virtual de aprendizaje “es un espacio educativo alojado en la web, conformado por un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica”.<sup>5</sup> Los mismos se convierten en ambientes útiles para el desarrollo de una clase, con distintas actividades, basado en una nueva presentación de contenidos, incorporando un nuevo esquema de enseñanza estratégica.

En este contexto, es importante considerar el entorno virtual como un recurso didáctico en la enseñanza de la contabilidad, al permitir comprender los fundamentos del funcionamiento del sistema de información contable de cualquier organización de forma interactiva y motivante, con énfasis en la afirmación de que los entornos virtuales permiten realizar los “cambios necesarios para ofrecer una educación actualizada y de calidad, que contribuya con el desarrollo de las potencialidades individuales y colectivas de los educandos y a su vez fomente el interés

y motivación de todos los estudiantes”.<sup>6</sup> De esta forma, redimensionar la enseñanza y garantizar se pueda valorar la importancia de la información contable para la toma de decisiones del control patrimonial al conocer las normas contables primarias, aunado a advertir el desarrollo del proceso contable y su culminación como hecho generador de informes contables.

En este orden de ideas, la enseñanza de la contabilidad debe tener una idoneidad que permita tener conocimiento interpretativo, de manera que el estudiante se sienta en la capacidad de afrontar retos tan necesarios en esta sociedad. Portal motivo, la aplicación didáctica de la contabilidad, busca impartir un conocimiento numérico preponderante, el cual será un punto de apoyo para que el estudiante reflexione sobre los recursos financieros de los cuales dispone y este en constante indagación con miras de obtener un desarrollo del pensamiento real, a través de una adecuada visión crítica.

Asimismo, se encuentran diversos autores resaltan el desfase que “presenta la enseñanza actualmente en atención a los métodos de enseñanza y las capacidades que presentan los escolares nativos digitales, puesto que, los docentes estas basando su proceso educativo en recursos desactualizados”;<sup>7</sup> de igual forma se destacan afirmaciones puntuales que “en la actualidad la educación está en desfase con las características tecnológicas de los estudiantes, el maestro usa recursos muy alejados a las capacidades del adolescente actual”.<sup>8</sup> En otras palabras, los docentes no responden a las exigencias que tiene el estudiante de vanguardia en materia de uso de recursos tecnológicos, que limitan el proceso de enseñanza y por ende no favorecen el aprendizaje.

En esta perspectiva, se destacan que aseguran que en la actualidad los docentes “centra su enseñanza en esquemas rutinarios y fuera del contexto tecnológico”.<sup>9</sup> Dicha afirmación, deja en entre dicho las deficiencias que presenta la enseñanza docente al centrar su praxis en acciones y actividades de dictado y copia de textos sin incorporar medios innovadores que

se apoyen en el abanico de opciones que presentan las TIC en este caso, los entornos virtuales que por su particularidad genera un proceso interactivo y que genera un clima de enseñanza de vanguardia.

Aunada a estas afirmaciones, que señalan las incongruencias que se llevan a cabo en los escenarios escolares en el proceso de enseñanza, también es perentorio recordar que el sistema tradicional de enseñanza:

Ha estado marcado por una metodología basada en la exposición oral de los conocimientos, en el que el estudiante no se convierte en protagonista de su propio proceso de aprendizaje, provocando en sí mismo poca motivación para el aprendizaje y siendo el docente un espectador en su enseñanza.<sup>10</sup>

Describe la afirmación, la realidad que por años se ha desarrollado en las instituciones educativas, donde los docentes centran su acción de enseñanza en clases catedráticas, marginando al estudiante a ser aprendiz pasivo, e instaurando ambientes poco estimulantes para una interacción más productiva y que beneficie al escolar, más aún si se apoya en recursos como los entornos virtuales poniéndose a la par con las nuevas competencias en materia tecnológica.

En tal sentido, urge la necesidad de innovar la enseñanza con apoyo de los recursos de vanguardia, que den respuesta a las capacidades que presenta el estudiante contemporáneo, dicho innovación parte de los profesores puesto que no surgen espontáneamente, así se destaca que “las innovaciones educativas no se generan espontáneamente, no se abren paso por sí solas, son promovidas y llevadas a término por grupos concretos o equipos de profesores”.<sup>11</sup>

Si los docentes no son capaces de instaurar metodologías de vanguardia, se quedarán rezagados en comparación con las demandas del estudiante nativo, lo que se ve mucho en la actualidad y desvirtúa el proceso de enseñanza necesario en este milenio.

Cabe destacar en estudios realizados en fechas recientes en la ciudad de Mérida que describe la limitación presentada por los docentes a la hora de emplear recursos y medios tecnológicos, hecho confirmado por algunas afirmaciones que señalan:

El docente presenta carencia de habilidades y aptitudes en el uso de la tecnología, dificultad para adaptarse a innovaciones tecnológicas, resistencia al cambio, tendencia a continuar utilizándolos métodos tradicionales como clases magistrales, copiar en el pizarrón, que los estudiantes transcriban la información y solo sean receptores de esta sin tener la oportunidad de participar de manera activa en la consolidación de su aprendizaje.<sup>12</sup>

De acuerdo la expuesto en la cita anterior, los docentes presentan dificultad para incorporar la tecnología en sus actividades escolares, basan su enseñanza en dictar y copiar impidiendo se desarrollen otras capacidades a partir del incursionar en medios tecnológicos actuales y capaces de beneficiar en aprendizaje.

Esta situación es palpable en la Escuela Técnica Comercial Robinsoniana (E.T.C.) en estudio, en la cual la investigadora evidencia, previa observación del desempeño docente, que la enseñanza de la contabilidad es realizada a través de clases rutinarias y descontextualizadas del uso tecnológico, los estudiantes en contabilidad presentan poco rendimiento escolar, ya que ven constantemente clases teóricas repetidas sin ninguna modificación, aun cuando se ha actualizado las leyes contables, presenta también considerables inasistencia a clase y falta de motivación, aunado a que en la planificación de los contenidos curriculares se desconocen los intereses, necesidades y expectativas de los estudiantes.

Se considera que dicha problemática es motivada a las siguientes causas: Desmotivación por parte del docente de contabilidad para el desarrollo de clases innovadoras donde se incluya la herramienta tecnológica, así como también la falta de actualización en materia teórica en cuanto a reglamentos contables,

desconocimiento sobre la manipulación correcta de las herramientas tecnológicas, sobre los entornos virtuales y la resistencia al cambio para la inclusión de métodos tecnológicos que apoyen las estrategias de enseñanza utilizadas en el aula de clases, falta de motivación por parte del docente para actualizarse en materia contable, dicha información fue suministrada por los docentes del área de contabilidad de la E.T.C. de manera verbal.

Todas estas causas conllevan a las siguientes consecuencias: disminución en la comprensión sobre los temas contables por lo cual los estudiantes se encuentran inmersos en clases tradicionales, poco amenas y en contraparte ellos se encuentran sumergidos en un mundo evidentemente tecnológico permitiendo que exista desmotivación por parte del estudiante, para la adquisición del conocimiento en el área de contabilidad aumentando el bajo rendimiento estudiantil en dicha área.

Bajo estas premisas se fundamenta el objetivo de la investigación como la construcción de un entorno virtual en la plataforma Moodle como recurso didáctico para la enseñanza de la contabilidad de educación media técnica de cuarto año en la E.T.C. Robinsoniana en estudio. De igual manera los objetivos específicos quedaron determinados de la siguiente forma:

⊙ Demostrar la necesidad de implementación de un recurso de entorno virtual en la plataforma Moodle como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica.

⊙ Caracterizar los aspectos teóricos fundamentales para la enseñanza de la contabilidad a través de los entornos virtuales en la plataforma Moodle.

⊙ Establecer los elementos de un entorno virtual en la plataforma Moodle que permita la optimización en la enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica.

⊙ Elaborar un entorno virtual en la



plataforma Moodle para el complemento de la enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica.

## Fundamentación Teórica

Para dar sustento teórica a la investigación, fueron abordado diversos axiomas disciplinares, haciendo énfasis en lo concerniente a las diversas metodologías centradas en los recursos educativos digitales que direccionaran la incorporación de las tecnologías al hacer instruccional y que se describen en las páginas siguientes:

## Método ADDIE

La implantación de un modelo instruccional ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), le permite al docente “construir un mejor recurso pedagógico a través de una serie de pasos y de la planificación adecuada, tomando en cuenta todos los elementos: estudiantes, objetivos a enseñar, contenidos, actividades, evaluación entre otros”.<sup>13</sup>

Además, permite el desarrollo de diversos materiales que contengan lo necesario para el aprendizaje, en efecto, este modelo instruccional organiza la acción docente y permite maximizar la comprensión de contenidos, mediante un uso y aplicación de la información, establecidas a través de estructuras sistemáticas, metodológicas y pedagógicas, en tal sentido nos señala que:

Cada componente de la instrucción es gobernado por resultados de aprendizaje, los cuales han sido determinados después de pasar por un análisis de las necesidades del estudiante. Estas fases algunas veces se traslapan y pueden estar interrelacionadas. Por lo tanto, proveen una guía dinámica y flexible para el desarrollo efectivo y eficiente de la instrucción.<sup>14</sup>

Es importante tener en cuenta que la planificación de actividades de los entornos virtuales deben basarse en un diseño instruccional que tiene por finalidad obtener un producto didáctico e interactivo, que comienza identificando las metas instruccionales y termina con la evaluación

sumativa. La aplicación de este modelo es común en los entornos virtuales en vista que se pueden adaptar a cualquier ambiente educativo.

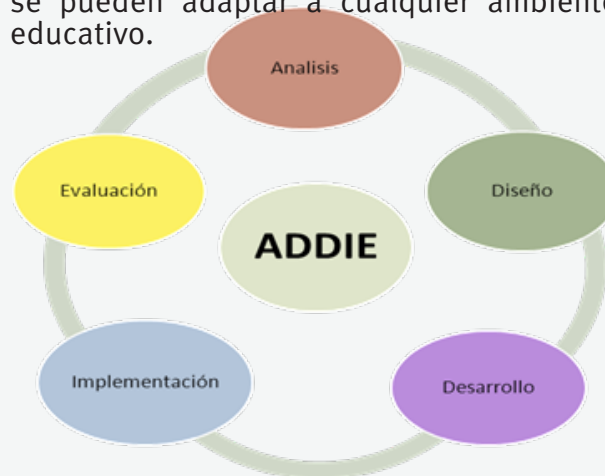


Figura.1. Modelo ADDIE. Fuente: Álvarez (2019).

Este modelo presentado en la figura 1, es un esquema teórico sencillo que sirve para contemplar con detenimiento las fases de cualquier tipo de actividad de formación o diseño de material. El mismo se puede interpretar como un bosquejo de trabajo aplicable al diseño de cursos virtuales.

Sin embargo, también puede ayudar a sistematizar el diseño de materiales, especialmente para el contexto de los entornos virtuales; representa una guía descriptiva para la construcción de herramientas de formación y apoyo gracias al desarrollo de sus cinco fases que proceden de las iniciales de cada una de ellas en inglés:

### Fase de Análisis

Aclara los problemas instruccionales y objetivos, e identifica el entorno de aprendizaje y los conocimientos y habilidades existentes de los estudiantes, es especial los existente en la enseñanza de la contabilidad del escenario abordado.

### Fase de Diseño

Trata sobre los objetivos de aprendizaje, instrumentos de valoración, ejercicios, contenido, materia de análisis, planificación



de las lecciones y selección de los medios de comunicación en virtud de poder dar orden sistemático a la enseñanza de la contabilidad. La fase de diseño debe ser sistemática y concreta.

### **Fase de Implementación**

Desarrolla procedimientos para los facilitadores y estudiantes. Los facilitadores cubren el currículum del curso, implícitos en el currículum de Educación Media técnica del área de formación Contabilidad, lo cual cimienta los resultados de aprendizaje, método de entrega, y procedimientos de prueba. La preparación para estudiantes incluye entrenarlos en las nuevas herramientas (software o hardware) e inscripción estudiantil. La implementación incluye evaluación del diseño.

### **Fase de Evaluación**

Consta de dos aspectos: formativa y sumativa. La evaluación formativa está presente en cada etapa del proceso ADDIE, mientras que la evaluación sumativa está conducida en la finalización de los programas de instrucción o productos, es especial para poder dar cuenta del aprendizaje de la contabilidad como base de la formación de los egresados en esta especialidad.

### **Gestores de Contenidos**

Los mismos están concebidos como plataformas con gran variedad de recursos que le permiten tener un amplio alcance pedagógico, útil en el sistema educativo, definidos como:

Un sistema de gestión de contenidos, Content Management System: se trata generalmente de un conjunto de herramientas, apoyado habitualmente por una base de datos, y que consisten en una serie de programas en un servidor web, y, opcionalmente, una serie de programas cliente que te permitan acceder fácilmente a esos programas en el servidor.<sup>15</sup>

Gracias a estos sistemas los docentes pueden gestionar herramientas de forma sencilla y cómoda para diseñar diversos

contenidos educativos, alojándolos en un entorno virtual dinámico, que permita actualizaciones periódicas (wiki, foro, cuestionarios, entre otros) y donde cada una de ellas cumple función determinada, donde pueden trabajar uno o más participantes.

Para la realización de esta propuesta se utilizaron diferentes gestores de contenidos como: wikis, foros, cuestionarios, talleres, glosarios y evaluación en línea;<sup>15</sup> a los cuales se conceptualizan:

**Wiki:** son una herramienta de manejo de términos que permite al estudiante participar activamente en la red.

**Foro:** son otra herramienta que le permite al estudiante participar de forma abierta, su función es para intercambiar conocimiento, información, conversar, entre otras.

**Cuestionario:** son herramientas que permite al estudiante gestionar una serie de información clasificada en común.

**Taller:** Es una actividad de amplio aprendizaje colaborativo, en el que puede suministrar documentos de ejemplo a los estudiantes para practicar la evaluación.

**Glosario:** Permite crear y mantener una lista de definiciones, como un diccionario. Muestra en su interior la definición o descripción de diversas palabras.

**Evaluación en línea:** este tipo de gestor facilita la presentación de una prueba objetiva, de forma simple de marcando la opción correcta desde el navegador Web.<sup>15</sup>

### **Plataforma Moodle**

Las plataformas MOODLE, o Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos) se refiere a “objetos de aprendizaje”, estos entornos son creados gracias a la web para facilitar el acceso de información de manera compartida por uno o más participantes. Se describe a Moodle como “una aplicación que pertenece al grupo de los Gestores de Contenidos Educativos (LMS, Learning

Management Systems), también conocidos como Entornos de Aprendizaje Virtuales (VLE, Virtual Learning Managements)".<sup>16</sup> Es decir que, la plataforma Moodle es principalmente una aplicación que le permite al docente crear y gestionar plataformas educativas que complemente su práctica educativa.

### Metodología PACIE

La organización, planificación, diseño y orientación de las actividades exige una serie de particularidades que hacen necesario contar con métodos fidedignos que soportes de forma adecuada la instrucción en los entornos virtuales, para lo cual desde la innovación educativa se han generados algunos métodos que por sus dinamismo han sido aceptados en favor del hacer educativo desde la visualización, entre ellos la metodología Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-learning, la cual surge como respuesta a la necesidad detectado en la Fundación para la Actualización tecnológica de Latinoamericana FATLA, la cual es definida como "un espacio que está revolucionando el campo educativo, se señala que es una respuesta ordenada y coherente al paradigma de la educación virtual".<sup>13</sup>

Su aplicación depende de sus 5 fases, que permiten un desarrollo integral de la educación virtual, así como también, orienta y expone los soportes de esta modalidad.

El método PACIE, nace a causa del auge que tiene la educación a través de la tecnología, sin embargo, el abuso de la tecnología provoco un tradicionalismo

en la formación. Es así expone que "la metodología PACIE es una metodología para el uso y aplicación de las herramientas virtuales (aulas virtuales, campus virtuales, web 2.0, metaversos, etc...) en la educación sea en sus modalidades presenciales, semipresenciales o a distancia".<sup>13</sup>

Si bien, esta metodología es solo para los entornos web, su uso en educación radica en el diseño de herramientas que buscan optimizar el proceso educativo con modalidades compartidas (presencial-semipresencial).

Es una metodología que permite el uso de las TIC, como un soporte a los procesos de aprendizaje y autoaprendizaje dando realce al esquema pedagógico de la educación real, para potenciar el autoaprendizaje y la experiencia de construir el conocimiento en colectivo.

La base es el acompañamiento, PACIE, se crea se educa, se guía y se comparte calidez y la calidad Permite crear estudiantes críticos, que analizan y construyen conocimiento. Con PACIE, el proceso enseñanza del aprendizaje aprovechando todos los recursos del internet mediante procesos para lograr el éxito en la educación apoyada mediante el e-learning.

Es una metodología que permite el uso de las TIC, como un soporte a los procesos de aprendizaje y autoaprendizaje dando realce al esquema pedagógico de la educación real, para potenciar el autoaprendizaje y la experiencia de construir el conocimiento en colectivo, y que derivo en la construcción siguiente:

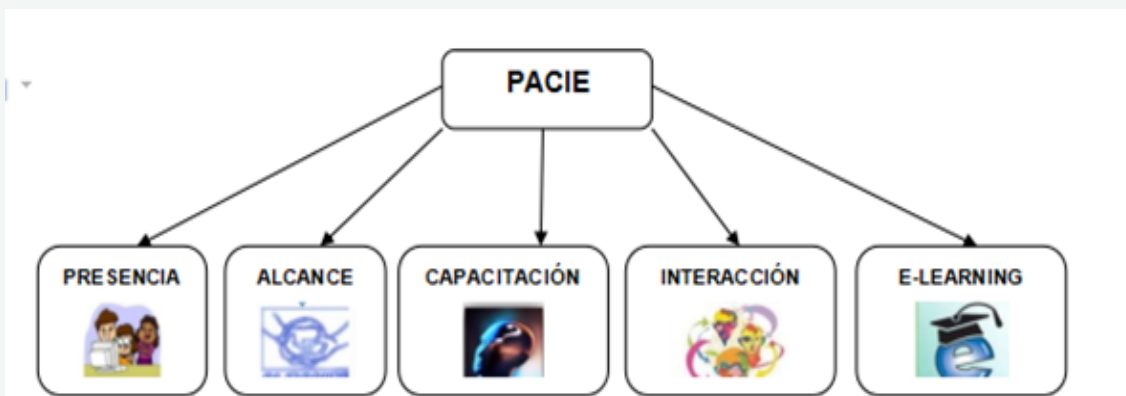


Figura 2. Metodología Pacie; Fuente: Álvarez (2019).

## Métodos y Materiales

Esta investigación, se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo de campo, de carácter descriptivo, bajo la modalidad de proyecto especial. Para el abordaje de esta investigación existen diferentes posturas que orientan la realización del mismo, en este sentido, se utilizó el enfoque de investigación conocida como cuantitativa para algunos autores “la investigación cuantitativa requiere el uso de instrumentos de medición y comparación, que proporciona datos cuyo estudio necesita la aplicación de modelos matemáticos y estadísticos”.<sup>14</sup>

Apoyados en una medición exhaustiva fundamentada a través de estos elementos basados en un hecho del conocimiento, se fundamentó entonces, el abordaje de los datos que sirvieron de andamiaje para la detección de la necesidad que dio origen a la construcción del entorno virtual producto tangible de la investigación.

Asimismo, la modalidad empleada fue Proyecto Especial, a partir de una investigación de campo con carácter descriptivo, en relación con la singularidad empleada es definida como:

Trabajos que lleven a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados, o respondan a las necesidades e intereses de tipo cultural. Se incluyen en esta categoría los trabajos de elaboración de libros de texto y materiales de apoyo educativo, el desarrollo de software, prototipos y de productos tecnológicos en general.<sup>15</sup>

La presente investigación se apoyó en esta modalidad al dejar de forma tangible el entorno virtual para la enseñanza de la contabilidad, permitiendo de esta manera, el uso de TIC en el proceso escolar que se adelanta en la institución abordada.

En atención a esta referencia, se describe a continuación las diferentes fases utilizadas para la elaboración del entorno virtual propuesto:

**Describir la necesidad;** esta fase se desarrolló con la intención de dar a conocer las razones por las cuales se amerita la construcción de un entorno virtual para la enseñanza de la contabilidad, se apoyó con la aplicación de un instrumento de recolección de la información aplicado a los estratos muestrales seleccionados.

**Fundamentación teórica;** para que sirva de andamiaje teórico que sustente los axiomas que integren el desarrollo del presente estudio, se describieron los teoremas que fundamentan el mismo, se define y sustentan los basamentos conceptuales que acompañan la investigación.

**Descripción de la metodología utilizada;** con la intención de dejar claro los elementos metodológicos que conforman el entorno virtual se comunicaron todos los pasos relacionados y necesarios para que el diseño propuesto conlleve a solucionar el problema, se describe también la metodología en la que se sustenta el entorno.

**Resultado concreto;** esta fase se convierte en el resultado tangible de la investigación que se adelantó la cual constituye la elaboración del entorno virtual para el complemento de la enseñanza de la contabilidad. Es por eso que se considera indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre que da solución a las deficiencias evidenciadas. Se observa claramente que lo antes planteado, le permite al investigador llevar a cabo el proyecto especial, teniendo en cuenta que este busca el desarrollo de competencias necesarias para facilitar y potenciar la enseñanza de la contabilidad.

En este hilo discursivo, es de mencionar que la población como universo específico conectora de la realidad la conformaron los docentes y estudiantes de la E.T.C en estudio, aglomerando a cinco (5) docentes especialistas en la contextos en estudio y (30) estudiantes de cuarto año de Educación Media Técnica, en, de forma estratificada; apoyados en el muestreo intencional a partir de su desempeño laboral en el área de la contabilidad y los estudiantes de esta especialidad, asumiendo la población como

muestra por lo finita de la misma. Aunado a estos aspectos metódicos, como técnica de recolección de datos se utilizó la encuesta instrumentada por dos cuestionarios para cada estrato muestral, en la escala de tipo Likert, los cuales fueron sometidos a procedimientos estadísticos que sustentan la validez como aspecto de rigor científico, siendo empleado el Coeficiente de Proporción de Rango (CPR), el cual certifica que los cuestionarios tiene validez científica al registrar un valor de 0.80 para docentes y 0,79 para los estudiantes. Otro factor de ser mencionado en relación con la científicidad es la confiabilidad, para esta condición metodológica se utilizó el coeficiente de Alfa de Cronbach obteniendo 0,986 en los docentes y 0,985 los estudiantes, reflejando alto grado de confiabilidad.

Los métodos de análisis de datos gravitaron en la estadística descriptiva a partir de las tablas de distribución de frecuencias

absolutas y porcentuales, además del promedio como medida de tendencia central, aunado al uso de los gráficos de barra con sus respectivas deducciones, hallazgos que sirven de base para determinar la necesidad de la creación del proyecto especial realizado.

### Sistema de Variables

Variable Independiente: Entornos virtuales: Los entornos virtuales para la enseñanza, es hoy día el espacio socio cultura virtual que los docentes preparan para sus estudiantes de manera que estos puedan interactuar en la adquisición propia del conocimiento, estas aulas sin paredes, como lo expresan son:

Áreas no presenciales, sino representacional, no es proximal, sino distal, no es sincrónico, sino asincrónico, y no se basa en recintos espaciales con interior, fronteras y exteriores,

### Cuadro 1. Operacionalización de Variables

Objetivo General: Construir un entorno virtual en la plataforma moodle como recurso de la enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica en La Escuela Técnica Comercial Robinsoniana “José Ricardo Guillen” ubicada en el municipio Campo Elías.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO Cuestionario
Demostrar la necesidad de implementación de un recurso de entorno virtual en la plataforma Moodle como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica.	Entornos Virtuales	Recurso	Herramienta Tecnológica	1 - 2 - 3
			Herramienta Educativa	4 - 5 - 6
Caracterizar los aspectos teóricos fundamentales para la enseñanza de la contabilidad a través de los entornos virtuales en la plataforma Moodle.	Enseñanza de la contabilidad	Uso educativo	Didáctica	7 - 8 - 9
			Educación distancia	10 - 11 - 12
			Interactividad	13 - 14 - 15
Establecer los elementos de un entorno virtual en la plataforma Moodle que permita la optimización en la enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica.	Enseñanza de la contabilidad	Contenidos programáticos	Balances	16 - 17 - 18
			Definición del termino contabilidad	19 - 20 - 21
Elaborar un entorno virtual en la plataforma Moodle para el complemento de la enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica.	Enseñanza	Enseñanza	Estrategia de enseñanza	22 - 23 - 24
			Actividades de enseñanza	25 - 26 - 27

sino que depende de redes electrónicas cuyos nodos de interacción pueden estar diseminados distintos lugares.<sup>16</sup>

**Variable dependiente:** Enseñanza de la contabilidad: Es evidente entonces, la enseñanza de la contabilidad a través de los entornos virtuales, es un recurso que busca reforzar los conocimientos, implementado prácticas pedagogía innovadoras potencian y estimulan a los estudiantes en el sistema educativo, a partir de “la educación contable tradicional parte de asignaturas de contabilidad donde se instruye en el marco conceptual de la contabilidad financiera”.<sup>17</sup>

Dadas las condiciones que anteceden, el investigador busca elevar el nivel de conocimiento de los estudiantes de cuarto año de educación media técnica, a través del establecimiento de los entornos virtuales y cuyas dimensiones e indicadores se presentan en la respectiva tabla de Operacionalización.

### Discusión de Resultados

Los hallazgos permiten tener una idea muy cara de la realidad que se vive en la población abordada en cuanto a la enseñanza de la contabilidad por medio de recursos tecnológicos actuales, se presentan marcados antagonismos para la gran mayoría de las dimensiones, en lo que respondieron los docentes y la realidad apreciada por los estudiantes, en atención a las variables de la investigación que se describen a continuación:

Se obtiene como promedio para el indicador Herramientas tecnológicas que el 39,44% de los estratos promedian que casi nunca se emplea la tecnología como herramienta de apoyo, además, de que no se utiliza los entornos virtuales ni fomentan su uso con intención escolar, asimismo el 26,11% registro que algunas veces y el 18,89% nunca, y para la alternativa de casi siempre se obtuvo de cociente el 11,11% finalizando el 4,44% siempre. Los resultados expuestos reflejan una actitud desfavorable, en cuanto a este indicador de esta área de la educación que debe ser atendido de forma taxativa y poder atenuar el desfase encontrado al

respecto del uso la tecnología en el proceso de enseñanza.

Basados en ello, los resultados reflejan que los docentes medianamente utilizan herramientas tecnológicas como los entornos virtuales como recurso que favorezca la enseñanza de la contabilidad y menos para promover una adecuación de la dinámica escolar a las exigencias de la actualidad, contraviniendo la línea orientadora que indica “se impulsara el dominio de la tecnología, como herramienta de trabajo para el manejo y apropiación de la información”.<sup>18</sup> Es decir que, la educación amerita el uso de herramientas tecnológicas que sirvan de andamiaje a la labor que desarrolla el docente en su contexto.

Considerando los resultados obtenidos, se tiene como promedio que el 36,11% de la muestra están de acuerdo en que casi nunca se incorporan nuevas herramientas educativas, o se aplican en sus clases, estrategias didácticas a distancia, así como el empleo recursos didácticos online para apoyar la clase no se realiza cotidianamente; mientras que un 33,89% respondió que algunas veces se hace y el 18,89% certifico que nunca, asimismo el 6,67% promedio que casi siempre se hacen y sólo el 4,44% asintió que siempre.

Hecho que permiten inferir que para este indicador los resultados son desfavorables y limitan alcanzar los propósitos escolares al no apoyarse en herramientas educativas que la web proporciona actualmente, hecho que debe ser considerado en una ETCR, que cuenta con equipos para apoyar la acción educativa, permitiendo el uso de herramientas educativas apropiadas a las competencias de los estudiantes.

Se deduce de estos resultados, que los docentes no hacen uso de herramientas educativas soportadas en las internet y que seguramente pueden favorecer la enseñanza de la población escolar en formación, menos aún los entornos virtuales, siendo “la forma en que se ha venido investigando el papel de los entornos virtuales que estimula y diversifica herramientas en la enseñanza, lo que ha permitido detectar diferentes



tendencias que identifican las concepciones que se han barajado en la práctica educativa sobre estos medios”.<sup>19</sup>

Por tanto, al no empleare esta herramienta, evidencia el desconocimiento de sus beneficios que, estimula y diversifica las herramientas de enseñanza, dando la posibilidad de incorporar de nuevos elementos comprensibles destinados a generar un conocimiento significativo en los estudiantes; además el no presentar a los estudiantes las áreas de formación a través de factores que dominan los estudiantes de la actualidad llamados nativos digitales, crea de per se una limitantes que no favorece la instrucción al estar desfasada de las competencias del escolar, de allí, la importancia que los docentes conozcan y manejen apropiadamente los entornos virtuales.

Como cociente del indicador didáctica se tiene que el 35,56% de los encuestados consideran que casi nunca se promueve el desarrollo de capacidades con entornos tecnológicos, ni se cuenta con la ejecución de acciones sistémicas para propiciar las habilidades de contabilidad con experiencias innovadoras, el 23,89% promedia que algunas veces se hace, un 16,67% refiere que casi siempre, además, el 13,3% confirma que siempre finaliza el 10,56% algunas veces.

Estos resultados permiten inferir que el indicador es mediamente desfavorable, puesto que resalta el hecho que hay un porcentaje mayor de la mitad en las opciones de casi nunca y nunca; lo que resulta en opiniones a ser consideradas, puesto que la didáctica es responsable de la enseñanza y si no se desarrolla como se debe al considerar que la didáctica es un proceso:

Organizado, dirigido y sistemático, de formación y desarrollo del hombre, mediante la actividad y comunicación que se establece en la transmisión de los conocimientos y experiencias acumuladas por la humanidad... Se produce el desarrollo de capacidades, habilidades, se forman convicciones y hábitos de conducta.<sup>20</sup>

Destaca, la importancia que supone la didáctica en la formación y desarrollo de las personas que asisten a centros de enseñanza, es pieza fundamental de la transmisión de conocimientos, valores y conductas propias de una comunidad, genera el desarrollo de habilidades y capacidades necesaria para fraguar una sociedad productiva, por consiguiente, los docentes deben centrar su accionar en una didáctica adecuada a las exigencias y necesidades de los estudiantes de la actualidad, asumiendo sus características tecnológicas innatas.

Considerando los hallazgos, se tiene como promedio del indicador educación a distancia que el 35,00% de la muestra están de acuerdo en que casi nunca se facilitan actividades en entornos virtuales o tutorados, además tampoco se remiten materiales por la internet; mientras que un 28,33% promedio que algunas veces se hace, un 17,22% certifico que nunca y para la opción de casi siempre se obtuvo de cociente un 12,78% concluye un 6,67% que estimó siempre.

Estos hallazgos deben ser considerados en cada escenario educativo, puesto que la enseñanza puede ser direccionada por diferentes formas y al que se realiza a distancia últimamente viene siendo de gran relevancia en la educación de este milenio; asimismo, los resultados permiten inferir que para este indicador los resultados son desfavorables y limitan alcanzar que:

La enseñanza a distancia es un sistema configurado con diseños tecnológicos, asumido y facilitado por una institución educativa a través de un sistema de estudio tutorado, facilitado o asesorado por el docente, que se caracteriza por la entrega de materiales a través de la Internet a estudiantes dispersos geográficamente y cuyo diseño instruccional se sustenta en las corrientes cognitivo-constructivistas del aprendizaje como garantía de los cursos o programas ofertados en esa modalidad.<sup>21</sup>

Por tal motivo, la adecuada instrumentación de actividades a distancia con apoyo de los recursos tecnológicos actuales favorece la enseñanza, además presenta una exigencia

de la contemporaneidad más aun contando con los diferentes recursos cimentados en la (internet, redes sociales y telemática), exige de las organizaciones educativas, emplear acciones que este a las par del avance tecnológico y apoye su enseñanza en materiales instruccionales ya sean físicos o digitales para que los estudiantes cuenten con la orientación necesaria para su aprendizaje.

Como promedio del indicador interactividad se tiene que el 38,33% estuvo de acuerdo en que casi nunca usan recursos tecnológicos para intercambiar información, ni emplean foros discusión o usan actividades de intercambio de información entre estudiantes; lo que se hace necesario asumir el interaccionismo y optimizar la enseñanza, por tanto se debe instrumentar entornos virtuales que auxilien la labor del docente, mientras que el 25,56% respondió que algunas veces se hace, asimismo un 22,78% promedio que nunca, el 7,22% refiere que casi siempre y concluye el 6,11% que considera que siempre.

Estos resultados ponen de manifiesto que los docentes excluyen se su labor la interacción entre pares y no se apoyan en los recursos tecnológicos; hecho que transgrede la afirmación referida a que la interactividad es posiblemente:

La característica más importante de las TIC para su aplicación en el campo educativo. Mediante las TIC se consigue un intercambio de información entre el usuario, sus pares y el ordenador. Esta característica permite adaptar los recursos utilizados a las necesidades y características de los sujetos, en función de la interacción concreta del sujeto con el ordenador.<sup>22</sup>

Puede decirse, que la interacción emerge de la aparición de la TIC, y favorece el intercambio de información y puntos de vistas de los estudiantes, factor importante para realizar una enseñanza adecuada a las competencias de los estudiantes de la contemporaneidad.

### Resultado Tangible

Por lo tanto, se utilizaron varias

metodologías que implicaron el desarrollo del entorno virtual como Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción, Elearning PACIE es una metodología “para el uso y aplicación de herramientas virtuales (aulas virtuales, campos virtuales, web 2.0) ya sean en las modalidades presenciales, Semipresencial o a distancia”.<sup>13</sup>

### Organización del Entorno Virtual

En esta sección describen los aspectos formales e institucionales que se utilizarán para brindar la información general del entorno virtual. En este espacio se brinda la información que el usuario necesita conocer la herramienta en uso. Para el diseño del entorno virtual se dispuso de una estructura u organización y conformada por tres (3) áreas principales:

**1. Página principal:** se encuentra dispuesta la información de forma general acerca del entorno en tres (3) Bloques Principales.

**2. Barra de navegación:** este es un apartado en el cual se distribuyen los recursos contendientes en esta página y actividades en específicos de cada módulo y curso en particular. Al ingresar al entorno virtual es posible visualizar las siguientes secciones:

a) Repositorio Entorno Virtual

b) ¿Quiénes somos?

c) Misión y Visión del Entorno Virtual

d) Recomendaciones para el uso del Entorno Virtual.

☉ Manual de uso del entorno virtual: son enlaces que permiten al estudiante y al docente conocer el funcionamiento y características principales del entorno.

☉ Condiciones de uso: son aspectos que debe tener en cuenta los usuarios para no ser sancionados.

e) Soporte técnico: este enlace designa un email de la creadora del Entorno Virtual a cual se debe comunicar para notificar cualquier falla o error del sistema.

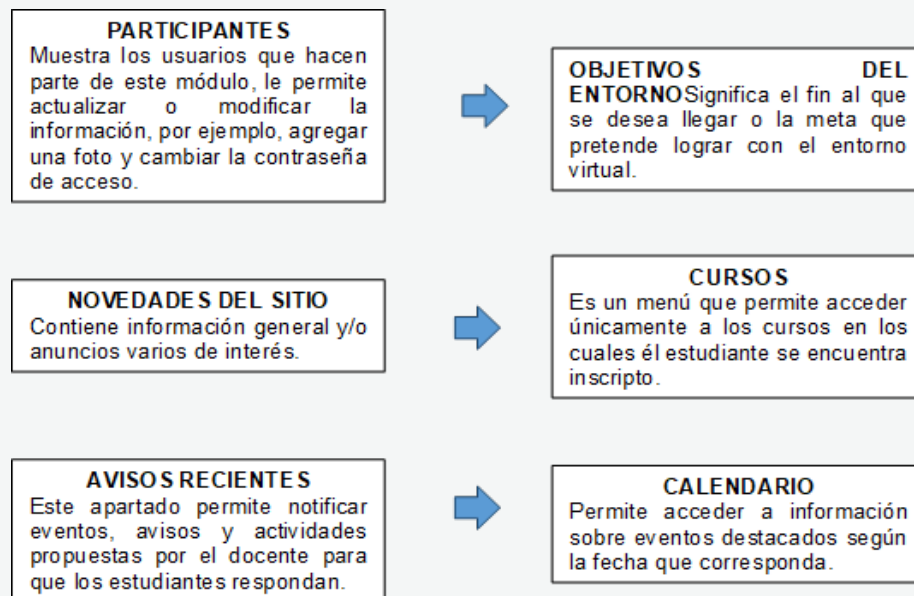


Figura 3. Bloque de navegación entorno; Fuente: Álvarez (2019).

### 3. Bloque de Navegación:

a) Menú principal: este menú es dinámico y ya que las secciones que lo componen pueden variar, por ejemplo ver Figura 3.

Ahora bien, a continuación, se presenta el Instructivo de ingreso diseñado para que los estudiantes puedan acceder al entorno virtual, a fin de cumplir con las estrategias pautadas por el docente.

#### Instructivo de Ingreso.

#### Inscripción en el Entorno Virtual:

Para acceder, es necesario estar inscripto, contar con un nombre de usuario y una contraseña de acceso, que será el número de su cédula para los dos casos. Para continuar en el proceso debe realizar la siguiente secuencia de pasos:

1.- Inicia el navegador de Internet.

**por ejemplo:**

Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, Netscape, Apple Safari, entre otros.

2.- Para ingresar al entorno es necesario utilizar cualquier navegador de Internet e indicar la siguiente dirección URL: <https://evecontabilidad.milaulas.com>

3.- En caso de que el navegador o la página principal presente algún problema, acceder por la siguiente dirección URL: <https://evecontabilidad.milaulas.com/login/index.php>

4.- Ubícate en el bloque Izquierdo y clicke el menú ENTRAR.

5.- Digite CLAVE y USUARIO (siendo el número de su cédula para los dos casos), que previamente fue asignado por el Administrador de la Plataforma, enviado a su email y adjunto con este instructivo de ingreso.

En la ventana entrar complete los siguientes campos:  
**Nombre de Usuario:** Ingrese el número de su Cedula de Identidad para conformar el nombre de usuario  
**Contraseña:** Ingrese el número de su Cedula de Identidad para conformar la contraseña.

6.- Una vez completados los datos solicitados, clicke el botón ENTRAR.

7.- ¡Bienvenido! has accediendo a la Plataforma Educativa de EVEF, en la misma encontrará los enlaces a los Módulos, clasificados en temas para cada uno de las actividades.

8.- Ubica en el bloque Izquierdo y clickeo el menú NAVEGACIÓN el enlace CURSOS.

9.- Al ingresar a CURSOS encontraras una serie de MÓDULOS:

Módulo N° 1:  
LA CONTABILIDAD: Introducción.

Módulo N° 2:  
LA CONTABILIDAD: Conceptualización.

Módulo N° 3:  
LA CONTABILIDAD: Historia breve de la contabilidad

Módulo N° 4:  
LA CONTABILIDAD: ejercicios prácticos.

Es necesario clickear el nombre del módulo en el MENÚ, para acceder al interior de cada actividad

Algunos módulos pueden tener una clave de acceso específica, designada por el docente facilitador. En estos casos, los estudiantes deberán conocer e ingresar esta clave para ingresar a su curso.

10.- Para ingresar al Módulo.

1. Clickeo el vínculo o nombre del Módulo.
  2. Se despliega la ventana del módulo a interactuar, ahí encontraras más detalles.
- Nota:** tiene un lapso de 30 minutos para hacerle modificaciones o mejoras a su aporte.

## A. Bloques Académicos:

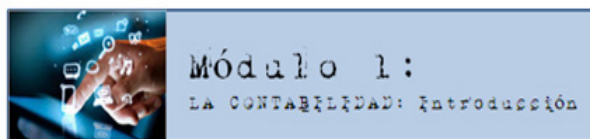
**El bloque académico** debe poseer los contenidos a impartir. Está compuesto por cuatro secciones: la sección de Exposición en la que se proporcionan los materiales de estudio, en diversos formatos, a ser revisados por el estudiante. La sección de Rebote donde se promueve la lectura del material de estudio fortaleciendo las actividades grupales de análisis de los documentos.

La sección de Construcción donde se impulsa la creación de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes. Y la sección de Comprobación que le sirve al tutor para verificar el nivel de aprendizaje de

los alumnos y ofrecer sus observaciones y recomendaciones para optimizar el proceso. Este apartado permite que el estudiante desarrolle su aprendizaje y a su vez cuenta con una estructura para cada una de las unidades a desarrollar.

## Planificación de actividades en el Entorno Virtual

### Módulo 1: LA CONTABILIDAD: Introducción



**SECCIÓN DE EXPOSICIÓN:** información general y documentos.

- ☉ Un documento PDF con las instrucciones.
- ☉ Un documento PDF con la Información que el estudiante necesita conocer. Adjunto a este una lista de enlaces a páginas de interés.

**Pregunta:** ¿El porqué del estudio de la contabilidad?

**SECCIÓN DE REBOTE:** Desarrollo de Actividades y Autocritica.

- ☉ Esta se denomina también sección de rebote o filtro.
- ☉ Se crean actividades necesarias para que el estudiante lea y asimile los documentos, videos, enlaces web que han sido utilizados en la sección de exposición.

**Pregunta:** ¿Dónde radica la importancia del estudio de la contabilidad?

**Actividad sugerida:** Cuestionario.

### Recomendaciones para el Módulo:

- ☉ Lee detenidamente el contenido del Módulo, así como también las instrucciones de lo que debe realizar, presentar.
- ☉ En las clases presenciales el docente expondrá algunas recomendaciones para concretar este contenido.
- ☉ El estudiante debe desarrollar las



actividades planificadas en cada Módulo académico y presentar en las fechas establecidas, no se permitirán actividades atrasadas. (La recepción y evaluación de actividades posfechadas estarán a consideración del docente.

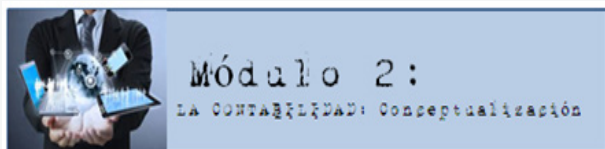
⊗ El docente presentará cronograma en el que estará permanentemente conectado para responder a dudas o inquietudes presentadas por los estudiantes, en un lapso no mayor a 48 horas, luego de ser plateada la interrogante.

⊗ El estudiante deberá estar conectado en un mínimo de una hora diaria, participando, interactuando, revisando el material, reflejados en el informe de actividades.

⊗ Las calificaciones son cuantitativas: estas se realizarán a través de un instrumento presentado por el docente y se hacen de carácter sumativa y formativa.

⊗ Para que el estudiante esté al tanto de las actividades que faltan por realizar al costado izquierdo del aula, se encuentra la opción: Informes de Actividad, cliquea allí y podrás observar lo que te resta por completar. (ver Cuadro 1)

## **Módulo 2: LA CONTABILIDAD: Conceptualización**



**SECCIÓN DE EXPOSICIÓN:** información general y documentos.

⊗ Un documento PDF con las instrucciones.  
⊗ Un documento PDF con la Información que el estudiante necesita conocer.

⊗ Adjunto a este una lista de enlaces a páginas de interés.

**Pregunta:** ¿El estudio de la contabilidad?

**SECCIÓN DE REBOTE:** Desarrollo de Actividades y Autocritica.

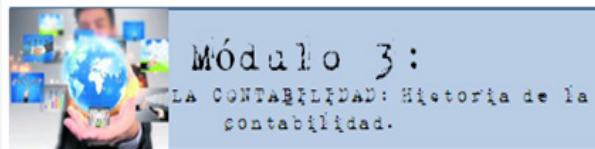
⊗ Esta se denomina también sección de rebote o filtro.

⊗ Se crean actividades necesarias para que el estudiante lea y asimile los documentos, videos, enlaces web que han sido utilizados en la sección de exposición.

**Pregunta:** ¿Dónde radica la importancia del término contabilidad?

**Actividad sugerida:** El Wiki. (ver cuadro 2)

## **Módulo 3: LA CONTABILIDAD: Historia de la Contabilidad.**



**SECCIÓN DE EXPOSICIÓN:** información general y documentos.

⊗ Un documento PDF con las instrucciones.

⊗ Un documento PDF con la Información que el estudiante necesita conocer. Adjunto a este una lista de enlaces a páginas de interés.

**Pregunta:** ¿La cronología y el tiempo?

**SECCIÓN DE REBOTE:** Desarrollo de Actividades y Autocritica.

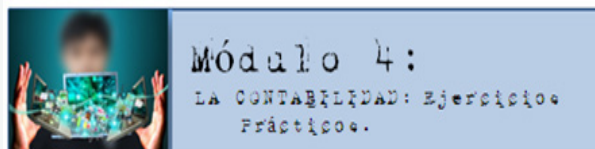
⊗ Esta se denomina también sección de rebote o filtro.

⊗ Se crean actividades necesarias para que el estudiante lea y asimile los documentos, videos, enlaces web que han sido utilizados en la sección de exposición.

**Pregunta:** ¿La contabilidad en el tiempo?

**Actividad sugerida:** Evaluación en Línea, Glosario, Foro y Taller. (Ver cuadro 3)

## **TEMA 4: LA CONTABILIDAD: Ejercicios Prácticos**



**SECCIÓN PRACTICA:** información general y documentos.

⊗ Un documento PDF con las instrucciones.

⊗ Un documento PDF con la Información que el estudiante necesita conocer. Adjunto a este una lista de enlaces a páginas de interés.



**SECCIÓN DE REBOTE:** Desarrollo de Actividades y Autocrítica. Esta se denomina también sección de rebote o filtro.

Se crean actividades necesarias para que el estudiante lea y asimile los documentos, videos, enlaces web que han sido utilizados en la sección de exposición.

**Actividad sugerida:** wiki. (Ver cuadro 4)

**SECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN:** Conocimiento, Crítica, Análisis y Discusión.

El estudiante debe por sí mismo justificar y defender las posibles posturas. Luego de estudiarlas, conocer y plantearlas planteadas mediante las herramientas de la sección de rebote, en este punto el estudiante debe hallar la verdad y tener criterios que su planteamiento es correcto. De no ser así, debe corregir o esbozar de nuevo su idea.

**SECCIÓN DE COMPROBACIÓN:** Síntesis, Comparación y Verificación.

Esta sección se conoce como evaluación. En este bloque los estudiantes hacen una presentación parcial de actividades que permiten conocer si el estudiante aprendió, asimiló y comprendió los contenidos expuestos.

**Bloque de cierre:**

El bloque de cierre debe poseer la sección de Negociación donde se expone la evaluación final del curso, la exposición de trabajos finales, el foro de despedida y las certificaciones del curso. Este bloque también debe presentar la sección de Retroalimentación con encuestas de opinión y de percepción de los estudiantes para realizar las mejoras y los ajustes de los procesos formativos y administrativos del entorno virtual de aprendizaje.

Este apartado le permite al docente evaluar el proceso; para lograr esta fase, se realiza una retroalimentación del mismo, el cual le permitió al docente esperar algunas orientaciones finales a sus estudiantes y así, corroborar el instrumento las calificaciones, para dar una valoración objetiva y oportuna a los estudiantes.

Este se realiza mediante una escala de evaluación con indicadores. Puesto que, les permite a los estudiantes recibir una educación de altísimo nivel, con diversas oportunidades para obtener un conocimiento significativo.

## Cuadro 1. Módulo 1

ÁREA DE FORMACION: CONTABILIDAD			
<b>Objetivos del Módulo:</b>		Conocer el pensamiento contable.	
<b>Finalidades Generales:</b>		Motivar a los estudiantes en el uso de herramientas digitales.	
<b>TEMA A DESARROLLAR</b>			
<b>LA CONTABILIDAD: Introducción</b>			
La Contabilidad es una rama de la contaduría que se encarga de cuantificar, medir y analizar la realidad económica, las operaciones de las organizaciones, con el fin de facilitar la dirección y el control una vez presentada la información previamente registrada, de manera sistemática y ordenada para las distintas partes interesadas.			
<b>PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS</b>			
<b>Presenciales:</b>	Promueve un intercambio de saberes a través de una constante interacción (Profesor-estudiante), que permita obtener un conocimiento significativo, con ideas claras sobre la introducción a la contabilidad.		
<b>Actividad:</b>	Exposición individual 70% de la calificación		
<b>A Distancia:</b>	Orientar a los estudiantes a presentar individualmente las diversas interrogantes sobre la terminología contabilidad.		
<b>Actividad:</b>	Cuestionario individual 30% de la calificación.		
<b>ACTIVIDAD EN EL ENTORNO VIRTUAL</b>			
<b>Nombre:</b>	Cuestionario		
<b>Descripción:</b>	Permite la realización de exámenes de diferente tipo: respuesta múltiple, verdadero/falso y respuestas cortas. Las preguntas y las respuestas de los cuestionarios pueden ser mezcladas (aleatoriamente) para disminuir las copias entre los alumnos. Los cuestionarios pueden tener un límite de tiempo a partir del cual no estarán disponibles. Los profesores pueden definir una base de datos de preguntas que podrán ser reutilizadas en diferentes cuestionarios.		
<b>Tiempo:</b>	De 3 a 4 semanas.		
<b>Formato del Curso:</b>	<b>Semanal</b>		<b>Por Temas</b>
<b>Estrategias de Enseñanza:</b>	Aprendizaje cooperativo. Interpretación de contenidos Contables previos. Intercambios de ideas.		
<b>Tipo de Interacción:</b>	<b>Individual</b>	<b>Grupal</b>	
<b>Evaluación del Módulo:</b>	<b>Indicadores a evaluar:</b> Participación, interacción y evaluación en el entorno virtual de forma individual se hace por medio de indicadores previamente establecidos con los estudiantes. <b>(VER ANEXO K)</b>		
<b>Materiales:</b>	Computador, Internet, Textos de Contaduría y Diccionario. <b>Nota:</b> El recurso tecnológico a usar debe contar con los requerimientos mínimos para navegación en Internet.		
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN SUGERIDAS PARA CONSULTAR</b>			
Loaiza, F. (2009). Producción académica sobre educación contable. Colombia Material en físico y digital, adjunto en el Módulo 1.			

**Cuadro 2. Módulo 2**

<b>ÁREA DE FORMACION: CONTABILIDAD</b>	
<b>Objetivos del Módulo:</b>	Conocer la fuentes del pensamiento Contable
<b>Finalidades Generales:</b>	Orientar a los estudiantes en su práctica educativa, en la búsqueda de un conocimiento de calidad, cónsono con una formación innovadora, proactivo, creativo y social.
<b>TEMA A DESARROLLAR</b>	
<b>LA CONTABILIDAD: Conceptualización</b>	
Aborda todos los problemas Contables, Definición del termino Contabilidad, las diferentes conceptualizaciones hechas por los diferentes autores.	
<b>PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS</b>	
<b>Presenciales:</b>	Promueve un intercambio de saberes a través de una lluvia de ideas donde la interacción Profesor- estudiante se realice para dilucidar las dudas presente en ellos.
<b>Actividad:</b>	Conversatorio individual 60% de la calificación Preguntas generadora: ¿Qué es la contabilidad?
<b>A Distancia:</b>	Orientar a los estudiantes a establecer una secuencia de ideas. Y presentar su conceptualización termino Contabilidad apoyado en un autor.
<b>Actividad:</b>	Wiki 40% de la calificación
<b>ACTIVIDAD EN EL ENTORNO VIRTUAL</b>	
<b>Nombre:</b>	Wiki
<b>Descripción:</b>	Posibilita la creación colectiva de documentos en un lenguaje simple de marcas utilizando un navegador Web.
<b>Tiempo:</b>	De 2 a 3 semanas
<b>Formato del Curso:</b>	<b>Semanal</b> <b>Por Temas</b>
<b>Estrategias de Enseñanza:</b>	Aprendizaje cooperativo. Interpretación de contenidos Contables previos. Intercambios de ideas. Intercambios de experiencias vivenciales en la utilización de sistemas de investigación digitales.
<b>Tipo de Interacción:</b>	<b>Individual</b> <b>Grupal</b>
<b>Evaluación del Módulo:</b>	<b>Indicadores a evaluar:</b> Participación, interacción y evaluación en el entorno virtual de forma individual se hace por medio de indicadores previamente establecidos con los estudiantes. <b>(VER ANEXO L)</b>
<b>Materiales:</b>	Computador, Internet, Textos de contabilidad y Diccionario. <b>Nota:</b> El recurso tecnológico a usar debe contar con los requerimientos mínimos para navegación en Internet.
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN SUGERIDAS PARA CONSULTAR</b>	
García, M. (2014). Enseñanza de la contabilidad como disciplina académica. Revista Entramado. Volumen 10 numero 1.	
Material en físico y digital, adjunto en el Módulo 2.	

### Cuadro 3. Módulo 3

ÁREA DE FORMACION: CONTABILIDAD	
<b>Objetivos del Módulo:</b>	Conocer el origen y las etapas del pensamiento contables
<b>Finalidades Generales:</b>	Orientar a los estudiantes en su práctica educativa, en la búsqueda de un conocimiento de calidad, cónsono con una formación innovadora, proactivo, creativo y social.
<b>TEMA A DESARROLLAR</b>	
<b>LA CONTABILIDAD: Historia breve de la Contabilidad.</b>	
Hace mención a la Historia de una manera muy breve de la Contabilidad, que permita a los estudiantes localizar según la cronología los principales pensadores que hicieron de la contabilidad una necesidad en el hombre.	
<b>PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS</b>	
<b>Presenciales:</b>	Promueve la discusión grupal, a fin de exponer un intercambio de saberes e ideas mediados por el Profesor, que permita tener un tipo una opinión libre, con ideas claras y fundamentada en cada periodo de la historia de la Contabilidad.
<b>Actividades:</b>	Debate 50% de la calificación
<b>A Distancia:</b>	Orientar a los estudiantes para tener una buena producción intelectual a través de Análisis, reflexión para: Presentación de pruebas en línea. Innovación y presentación de conceptos. Discusiones individuales reflexivas en línea. Discusión individual y grupal reflexiva en línea.
<b>Actividad:</b>	Evaluación en Línea Glosario Foro Taller 50% de la calificación
<b>ACTIVIDAD EN EL ENTORNO VIRTUAL</b>	
<b>Nombre:</b>	Evaluación en Línea Glosario Foro Taller
<b>Descripción:</b>	<b>Evaluación en Línea:</b> Posibilita la presentación de una prueba objetiva, de forma simple de marcando la opción correcta desde el navegador Web. <b>Glosario:</b> Permite crear y mantener una lista de definiciones, como un diccionario. Muestra en su interior la definición o descripción de diversas palabras encontradas en los textos que están trabajando y que se haya definido en el salón de Clase. <b>Foro:</b> El foro le permite fortalecer un proceso de enseñanza individual, enriquecido a través de actividades colaborativas, desarrollando en los estudiantes habilidades cognitivas individuales y grupales. <b>Taller:</b> Es una actividad de amplio aprendizaje colaborativo, en el que puede suministrar documentos de ejemplo a los estudiantes para practicar la evaluación. En esta estrategia se permite la evaluación de documentos entre iguales y el profesor puede gestionar y calificar la evaluación. Es por eso que admite un amplio rango de escalas de calificación posibles.
<b>Tiempo:</b>	<b>Evaluación en Línea:</b> 3 semanas <b>Glosario:</b> 2 a 3 semanas <b>Foro:</b> De 2 a 3 semanas <b>Taller:</b> 2 semanas
<b>Formato del Curso:</b>	<b>Semanal</b> <b>Por Temas</b>
<b>Estrategias de Enseñanza:</b>	Aprendizaje cooperativo. Interpretación de contenidos Contables previos. Intercambios de ideas. Secuencia de la instrucción: Evaluación de conocimientos sobre la base de los contenidos, trabajados en el salón de clase. Participación a través de talleres y foros en las que se pueden demostrar las experiencias obtenidas en los contenidos programáticos.
<b>Tipo de Interacción:</b>	<b>Individual</b> <b>Grupal</b>
<b>Evaluación del Módulo:</b>	<b>Indicadores a evaluar:</b> Participación, interacción y evaluación en el entorno virtual de forma individual y grupal se hace por medio de indicadores previamente establecidos con los estudiantes. <b>(VER ANEXO M) (VER ANEXO N)</b>
<b>Materiales:</b>	Computador, Internet, Textos de Contabilidad y Diccionario. <b>Nota:</b> El recurso tecnológico a usar debe contar con los requerimientos mínimos para navegación en Internet.
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN SUGERIDAS PARA CONSULTAR</b>	
Escobar, B; Lobo, A; Martil, R; y Moreno, J; (2004) Las enseñanzas de la contabilidad en planes de estudio. España. Cuadernos turísticos volumen 13 Material en físico y digital, adjunto en el Módulo 3.	

## Cuadro 4. Módulo 4

ÁREA DE FORMACION: CONTABILIDAD	
<b>Objetivos del Módulo:</b>	Orientar a los estudiantes en su práctica educativa y que sepan realizar un asiento contable.
<b>Finalidades Generales:</b>	Orientar a los estudiantes en su práctica educativa, que garantice en la medida de lo posible, la comprensión de los asientos contables, así como la interpretación de los resultados
<b>TEMA A DESARROLLAR</b>	
<b>LA CONTABILIDAD: Ejercicios Prácticos.</b>	
<b>Activo:</b> Valor total de lo que posee una sociedad comercial. <b>Pasivo:</b> Deudas y obligaciones de una persona, empresa u organismo. <b>Capital:</b> Dinero y conjunto de bienes convertibles en él, que posee una persona. <b>Cuentas T:</b> es la ubicación del activo, pasivo y capital.	
<b>PLANIFICACIÓN DE CONTENIDOS</b>	
<b>Presenciales:</b>	Promueve un Intercambio de saberes a través de una lluvia de ideas donde la interacción Profesor- estudiante se realiza para saber los conocimientos teóricos y prácticos del estudiante.
<b>Actividad:</b>	Conversatorio individual 30% de la calificación Preguntas generadora: ¿Cuál es la distribución de los asientos contables en las cuentas T?
<b>A Distancia:</b>	Se orientar a los estudiantes a establecer una secuencia de ideas, para así, saber cuáles son los conocimientos obtenidos por los estudiantes a la hora de crear un asiento contable y su respectiva ubicación en las cuentas T.
<b>Actividad:</b>	Wiki 70% de la calificación
<b>ACTIVIDAD EN EL ENTORNO VIRTUAL</b>	
<b>Nombre:</b>	Evaluación en Línea Foro Taller
<b>Descripción:</b>	<b>Evaluación en Línea:</b> Posibilita la presentación de una prueba objetiva, de forma simple de marcando la opción correcta desde el navegador Web. <b>Foro:</b> El foro le permite fortalecer un proceso de enseñanza individual, enriquecido a través de actividades colaborativas, desarrollando en los estudiantes habilidades cognitivas individuales y grupales. <b>Taller:</b> Es una actividad de amplio aprendizaje colaborativo, en el que puede suministrar documentos de ejemplo a los estudiantes para practicar la evaluación. En esta estrategia se permite la evaluación de documentos entre iguales y el profesor puede gestionar y calificar la evaluación. Es por eso que admite un amplio rango de escalas de calificación posibles.
<b>Tiempo:</b>	<b>Evaluación en Línea:</b> 3 semanas <b>Foro:</b> De 2 a 3 semanas <b>Taller:</b> 2 semanas
<b>Formato del Curso:</b>	<b>Semanal</b> <input type="checkbox"/> <b>Por Temas</b> <input type="checkbox"/>
<b>Estrategias de Enseñanza:</b>	Aprendizaje cooperativo. Interpretación de contenidos Contables previos. Intercambios de ideas. Secuencia de la instrucción: Evaluación de conocimientos sobre la base de los contenidos, trabajados en el salón de clase. Participación a través de talleres y foros en las que se pueden demostrar las experiencias obtenidas en los contenidos programáticos.
<b>Tipo de Interacción:</b>	<b>Individual</b> <input type="checkbox"/> <b>Grupal</b> <input type="checkbox"/>
<b>Evaluación del Módulo:</b>	<b>Indicadores a evaluar:</b> Participación, interacción y evaluación en el entorno virtual de forma individual se hace por medio de indicadores previamente establecidos con los estudiantes. <b>(VER ANEXO L)</b>
<b>Materiales:</b>	Computador, Internet, Textos de contabilidad y Diccionario. <b>Nota:</b> El recurso tecnológico a usar debe contar con los requerimientos mínimos para navegación en Internet.
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN SUGERIDAS PARA CONSULTAR</b>	
Escobar, B; Lobo, A; Martil, R; y Moreno, J; (2004) Las enseñanzas de la contabilidad en planes de estudio. España. Cuadernos turísticos volumen 13 Material en físico y digital, adjunto en el Módulo 4.	



## Conclusiones

El proceso de globalización y el desarrollo tecnológico han generado desafíos a los escenarios educativos, con énfasis en la innovación y adecuación a las competencias innatas de los nativos digitales, en tal sentido, las indagaciones descartan la necesidad de innovar cualquier área de aprendizaje de la Educación Media Técnica, se puede asegurar que los entornos virtuales son un recurso accesible y de gran utilidad en el proceso de enseñanza adelantado en las instituciones educativas, puesto que permite el estudiante contar con orientaciones se forma sincrónica o asincrónica con sus compañeros, el maestro y material de libre acceso que este en la web, lo que asegura pueda clarificar sus dudas al momento de estudiar o realizar sus actividades de contabilidad.

Además, el uso de la plataforma Moodle asegura mucha interacción entre los que forman parte del entorno virtual, estas plataformas por sus características presentan mucha versatilidad e interfaces que favorecen la colaboración entre pares y presenta de forma dinámica los contenidos dando un viraje a la forma en que el docente enseña de manera tradicional, convirtiéndose así en un recurso de enseñanza de la era digital, en atención a los objetivos de estudio se concluye que:

Los entornos representan una relevancia didáctica, enseñando a través del entorno virtual como herramienta de apoyo sirve para generar en conjunto una serie de conocimientos, principios o ideas necesarios para cumplir con los procesos de enseñanza. Además, Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se encuentran en todos los ámbitos de la sociedad. La incorporación de las TIC en el campo educativo le va a permitir a los docentes una transformación en las estrategias de enseñanza que van de la mano con cada contenido que se imparte en el aula de clases.

La creación de un entorno virtual es un apoyo a la enseñanza de la contabilidad de cuarto año, pues permite a los docentes desarrollar estrategias de enseñanzas incorporando las TIC, y los estudiantes salen de la rutina del aula de clases, generando tanto en los docentes como en los estudiantes un estímulo, debido a la incorporación de las diversas estrategias de enseñanza, olvidándose un poco de los sistemas tradicionales, facilitando la generación de contenidos, evaluaciones, trabajos, discusiones y actividades en la virtualidad.

La investigación da cuenta de la necesidad de incorporar los entornos virtuales para el complemento de la enseñanza de la contabilidad de cuarto año de educación media técnica, específicamente los contenidos relacionados con el término de contabilidad y una breve historia de la misma con la finalidad de mejorar el rendimiento académico de los estudiantes por medio de la interacción. El entorno virtual permitió la comunicación a distancia o comunicación asincrónica donde se toma en cuenta el tiempo, las características de los estudiantes y los recursos disponibles, para poder transmitir conocimientos significativos.

Existe una apremiante necesidad de promover una enseñanza más dinámica y apegada a los avances tecnológicos que manejan los estudiantes actualmente, puesto que de no innovar en las formas de enseñanza se estaría limitando las competencias innatas de los jóvenes, en tal sentido queda demostrada la necesidad de implementar entornos virtuales bajo la plataforma Moodle o cualquier otra con similares características.

Además, se asume que en la actualidad el interaccionismo y el conectivismo como teorías que fundamenta la enseñanza en entorno web, son los que cimientan este estudio, puesto que permiten el trabajo colaborativo y favorecen la enseñanza de forma dinámica e interactiva.

Al establecer los elementos de un entorno virtual en la plataforma Moodle que permita la optimización en la enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica,

se organiza apoyados en la metodología PACIE de enseñanza en línea, la misma facilita la introducción del elearning en los procesos educativos evitando el fracaso clásico de la preocupación tecnológica y el descuido pedagógico en el uso de los recursos, las siglas significan Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-learning.

Referente a la elaboración del entorno virtual en la plataforma Moodle para el complemento de la enseñanza de la contabilidad en cuarto año de educación media técnica, se desarrolló en cinco módulos que atienden los diferentes contenidos de esta área de aprendizaje del año abordado, se presentan actividades individuales y grupales para favorecer la enseñanza y el trabajo en equipo.

## Referencias

- 1.- Palomo, R., Ruiz, J. y Sánchez J. Las TIC como Agente de Innovación Educativa. Junta de Andalucía-Consejería de Educación-Dirección General de Innovación Educativa y Formación del Profesorado. Andalucía: Junta de Andalucía; 2006. 12, p. [Consulta: 2020, julio 04]. Disponible: <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portalaverros/publicaciones/contenido/las-tic-como-agente-de-innovacion-educativa>.
- 2.- Chan, M. Tendencias en el diseño educativo para entornos de aprendizaje digitales. Revista Digital Universitaria, [Revista en línea]. 2006. [Consulta: 2020, octubre, 29]. Núm 10, Vol. 5, 2-26. Disponible: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/n um10/ art67/ int67.htm>.
- 3.- Castells, M. La sociedad red: una visión global. Madrid: Alianza. 2006, 141 p.
- 4.- Rimari, W. La Innovación Educativa, instrumento de desarrollo. [Documento en línea]. 2015. [Consulta: 2020, julio 4]. Disponible: [http://www.uaa.mx/direcciones/dgd p/ defaa/descargas/innov acion\\_educativa\\_octubre.pdf](http://www.uaa.mx/direcciones/dgd p/ defaa/descargas/innov acion_educativa_octubre.pdf).
- 5.- Salinas, M. Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente. Universidad católica Argentina. Programa de Servicios Educativos (PROSED) del Departamento de Educación. [Documento en línea]. 2011. 1 p. [Consulta: 2020, agosto 22]. Disponible: [http://www.uca.edu.ar/uca/common/ grupo82/files/educacion-EVA-en-la-escuela\\_web-Depto.pdf](http://www.uca.edu.ar/uca/common/ grupo82/files/educacion-EVA-en-la-escuela_web-Depto.pdf).
- 6.- Canga, M. Aplicabilidad de la Tecnología en Educación. Caracas: FEDUPEL. 2010. 45 p.
- 7.- Montagud, M. y Gandía, J. Entorno virtual de aprendizaje y resultados académicos: evidencia empírica para la enseñanza de la Contabilidad de Gestión. Revista de Contabilidad, Spanish Accounting Review, 2014. Vol. 17, núm. 2, 108–115.
- 8.- Otalvora, J. Programa de estudio de informática en segundo año de educación media general para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Trabajo de grado no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Mérida. 2017. 12 p.
- 9 Miratia, O. El docente: su desarrollo personal en la era de las TIC. INFOBIT, 2005. Vol. 2 (9), 20-45.
- 10.- Monereo, C. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela. Barcelona: Graó. 2008. 61 p.
- 11.- Carbonell, J. La aventura de innovar. El cambio en la escuela. Madrid: Morata. 2005. 2 p.

- 12.- Hernández, J. Recursos educativos digitales para el mejoramiento del aprendizaje escolar en los estudiantes de 1er año de media general. Trabajo de grado no publicado Universidad Pedagógica Experimental Libertador. 2015. 23 p.
- 13.- Oñate, L. Metodología PACIE. Quito: FATLA. 2009. 4 p.
- 14.- McGriff, S. J. Modelo ADDIE. Proceso de desarrollo de un curso. Instructional Systems, College of Education. Penn State University. 2000. 52 p.
- 15.- Merelo, J. Introducción a los sistemas de gestión de contenidos. [Documento en Línea]. 2005. [Consulta: 2020, agosto 20]. Disponible: <http://geneura.ugr.es/~jmerelo/tutoriales/cms/>
- 16.- Baños, J. La plataforma educativa moodle creación de aulas virtuales. Madrid: Getafe. 2007. 9 p.
- 14.- Palella S. y Martins F. Metodología de la investigación cuantitativa. (3ra ed.). Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL). 2012. 46 p.
- 15.- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (6ta ed.). Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL). 2016. 22 p.
- 16.- Vander, V. Identidad, poder y representación en entornos virtuales. Revista de aprendizaje y enseñanza, 2008. Vol. 4 N° (2), 210-245.
- 17.- Krugmana, P. De vuelta a la economía de la gran depresión y la crisis del 2008. Bogotá: Grupo editorial Norma. 2009. 45 p.
- 18.- Ministerio del poder popular para la Educación. Currículo del Sistema Educativo bolivariano. Caracas, Autor. 2007. 9 p.
- 19.- Bustillo P. Nuevas tecnologías de la información: Herramientas para la educación. Universidad Complutense. Madrid. [Documento en Línea] 2010. [Consulta: 2017, junio, 24]. Disponible: [http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_06/n6\\_art\\_bustillo.htm](http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06/n6_art_bustillo.htm).
- 20.- Pérez, E. Particularidades del proceso formativo universitario en Cultura Física. Revista Digital. Buenos Aires [Revista en línea]. 2013. [Consulta: 2020 febrero, 14]. Año 18 - N° 182, 1-5 Disponible: <http://www.efdeportes.com/efd182/proceso-formativo-universitario-en-cultura-fisica.htm>.
- 21.- Colina L. y Bustamante S. Educación a Distancia y TIC: Transformación para la Innovación en Educación Superior. Telematique, 2009. Vol. 8 – N° 1, 100-122.
- 22.- Cabero, A. Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. Granada: Grupo Editorial Universitario. 2000. 58 p.
- 25.- Perdomo, Y., y Perdomo, N. Elementos que intervienen en la enseñanza y aprendizaje en línea. Apertura, 2012. Vol. 4 N° 1, 66-75.

# VECTOR ENERGÉTICO: HIDRÓGENO MULTICOLOR (CON ELECTROQUÍMICA)

## ENERGY VECTOR: MULTICOLORED HYDROGEN (WITH ELECTROCHEMISTRY)

**Olga P Márquez<sup>1</sup>, Keyla Márquez<sup>2</sup>, Elkis Weinhold<sup>1</sup>, Jairo Márquez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes (ULA), Facultad de Ciencias Laboratorio de Electroquímica.

Mérida 5101-Venezuela. <sup>2</sup>Universidad de Los Andes (ULA), Facultad de Ingeniería

Núcleo Universitario Alberto Adriani. El Vigía-Mérida- 5101- Venezuela

Email: jokkmarquez82@gmail.com.

**Recibido:** 03-02-2023

**Aceptado:** 20-04-2023

### Resumen

El planeta requiere en la actualidad de un equilibrio entre las emisiones y el consumo de gases de efecto invernadero y de contaminantes del ambiente en general. El hidrógeno es el material base más cuantioso en el universo, obtenible en nuestro planeta por diversas vías, es vector energético no contaminante. La energía química contenida en el hidrógeno puede convertirse en calor, energía cinética y electricidad. Es posible también, su transformación en otros vectores energéticos tales como, amoníaco, metanol, metano sintético, y otros combustibles sintéticos (e-fuels). Se considera actualmente una fuente energética no contaminante, segura, fiable, inagotable, y conjuntamente con el sol, constituyen un binomio fundamental en lo práctico y económico. La diversidad de formas de preparación del vector hidrógeno, incluye también formas muy contaminantes de síntesis, que deben ser evitadas y en ese sentido, presentamos acá componentes del ahora denominado hidrógeno multicolor debido a diferentes grados de contaminación según la ruta de síntesis. Los puntos tratados, resultados y consideraciones presentadas se basan en estudios y aplicaciones electroquímicas realizadas en la comunidad científica.

**Palabras clave:** Hidrógeno, Amoníaco verde, vector energético, energía limpia

### Abstract

The planet requires an equilibrium between emissions and consumption of greenhouse gases and environment contaminants in general. Hydrogen is the most abundant based material in Universe, obtained in our planet by different routes, it is a no contaminant energetic vector. Chemical energy in hydrogen can be converted in heat, kinetic energy and electricity. Also, its conversion is possible to other energetic vectors as ammonia, methanol, synthetic methane and e-fuels. Hydrogen is considered a non-contaminant source, secure, reliable, inexhaustible, and, in conjunction with the sun, conform a practical and economical fundamental binomial. Some of the diversity of hydrogen preparation forms are very contaminants and they have to be avoided, and in relation with that, now is being known the multicolor hydrogen according with the contamination grade of its synthesis route. Results and details of the presentation are based in performed electrochemical studies and applications in the scientific community.

**Key words:** Hydrogen, green ammonia, energy vector, clean energy

**Jairo Márquez P:** Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciado en Química (UCV-ULA), personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Mérida-Venezuela. Email: jokkmarquez82@gmail.com.

**Olga P. Márquez:** Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciada en Química (UCV-ULA), personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Mérida-Venezuela. Email: olgamq@gmail.com. **Elkis Weinhold:**

Dra en Química Aplicada, Electroquímica (ULA), Licenciada en Química (ULA), personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA Mérida-Venezuela. Email: elkisweinhold@gmail.com. **Keyla Márquez:** Msc. en Electroquímica

Fundamental y Aplicada (ULA), Ing. Industrial (IUPSM), personal docente y de investigación de la Universidad de Los Andes Núcleo Universitario Alberto Adriani. El Vigía estado Mérida, Venezuela Email: keylaenator@gmail.com

## 1. Introducción

La crisis ambiental que vivimos, caracterizada por su contaminación, efecto invernadero, cambio climático y lluvia ácida, entre otros factores<sup>1-3</sup>, ha requerido de una inmediata atención, planificación, ejecución y aplicación de programas, proyectos, investigaciones, medidas y acciones, que contribuyan con la mitigación, el control, el saneamiento y restablecimiento de sanas y seguras condiciones ambientales, para la vida en el planeta.

Desde el punto de vista energético, son múltiples y variadas las fuentes y los factores contaminantes, y se considera como punto inicial de urgente tratamiento, el proceder a la descarbonización ambiental y protección de la capa de ozono (algunos países ya con resultados). Con relación a ello, se plantea la necesidad actual de la reducción de contaminantes tales como CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CClFC (compuestos cloro-fluoro-carbonados). Se desarrollan trabajos con fuentes energéticas renovables y procesos químicos no contaminantes, con tal finalidad<sup>4</sup>.

La fuente primaria, infinita, fundamental, lo constituye el centro de nuestro sistema solar, "EL SOL" y energías también primarias que derivan de él (eólica, hidráulica, marina, biomasa, gas natural), así, como energías secundarias (eléctrica, calórica, química (compuestos simples)).

El hidrógeno<sup>5-9</sup> es también el principal componente estelar; es una fuente secundaria de energía en nuestro planeta. Se presenta como una manera adecuada de almacenar energía, en forma de energía química. El hidrógeno es obtenido por consumo de fuentes primarias de energía, renovables y no renovables, de fuentes secundarias y a partir de ciertas materias primas como el agua, la biomasa, gas natural, etc. El hidrógeno es obtenible, a partir de la energía solar directa, con la utilización de energía térmica solar, energía solar fotovoltaica, procesos fotolíticos, procesos fotoelectroquímicos, y se amplía su síntesis con la incorporación de la nanocatálisis y nanociencia.

En la actualidad se tiene ya, una clasificación de hidrógeno multicolor, dependiendo de su grado de contaminación en el proceso de síntesis (no contaminante, poco contaminante, contaminante)<sup>10,11</sup>. En este trabajo presentamos vías de síntesis de hidrógeno no contaminante y poco contaminante, toda vez, que el combustible hidrógeno juega un papel estelar en esta búsqueda de fuentes energéticas seguras, fiables, inagotables, no contaminantes o muy poco contaminantes. Se combinan fuentes primarias y secundarias de suministro de energía, con técnicas y procesos electroquímicos ya existentes, con esta finalidad.

## 2 . Vector Hidrógeno

Las diferentes vías de obtención del hidrógeno ofrecen seguridad de abastecimiento y acceso a la energía. El uso de energías renovables y sistemas electroquímicos en su producción, sumados a los avances en su almacenamiento y transporte, estimulan su estudio, aplicabilidad, desarrollos comunitarios, industriales y económicos. Adicionalmente se presenta como fuente energética no contaminante, accesible y con amplia y variada utilidad. La relación que existe entre el proceso de síntesis del hidrógeno y la producción simultánea de agentes contaminantes ambientales, ha dado origen al hidrógeno multicolor como se muestra en la figura 1.

La descarbonización es el proceso de reducción de las emisiones de carbono a la atmósfera. Se busca lograr un ambiente sano, descontaminado, con neutralidad climática y suministros variados y abundantes. La descarbonización contribuye al logro de estas condiciones de vida.

Contribución con la descarbonización:

- ⊗Aumento en el uso de energías renovables
- ⊗Aumento en la producción de electricidad renovable
- ⊗Reducción de la dependencia energética
- ⊗Reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub>
- ⊗Reformas Industriales, en procesos, en servicios, en acciones.





Figura 1. Hidrógeno multicolor. Síntesis de baja contaminación

⊕H<sub>2</sub> Verde: Se genera a partir del agua haciendo uso de la electricidad producida por energías renovables. No hay emisión de CO<sub>2</sub> y se asume como solución eficaz para favorecer la descarbonización de todos los sectores.

⊕H<sub>2</sub> Azul: Genera emisiones de CO<sub>2</sub> que son capturadas y posteriormente almacenadas o reutilizadas (por ej. para fabricar eco-combustibles). Se trata de un hidrógeno de bajas emisiones.

⊕H<sub>2</sub> Blanco: Hidrógeno que encontramos en la naturaleza normalmente en forma gaseosa. En ocasiones se puede encontrar en depósitos subterráneos.

⊕H<sub>2</sub> Turquesa: El hidrógeno color turquesa se genera mediante la pirólisis del metal fundido, alimentada por gas natural. En el proceso, el gas natural pasa a través de un metal fundido, y libera hidrógeno y carbono sólido, con lo que se evitan emisiones.

⊕Hidrógenos gris, marrón y negro corresponden a procesos contaminantes por uso de combustibles fósiles, procesos industriales, deforestación, quema de bosques, actividades antropogénicas, etc., en su síntesis.

Obviamente, existen muchos otros procesos contaminantes que contribuyen al cambio climático y, en consecuencia, a la contaminación ambiental, al efecto invernadero, lluvia ácida, etc. Se envían a la atmósfera, compuestos nitrogenados, sulfurados, clorados, fluorados, radiactivos, etc., sobre los cuales debe mantenerse un control y apropiada corrección.

La actual producción de gas hidrógeno proviene de procesos que utilizan combustibles fósiles (> 90%)<sup>12</sup>, tales como (reformado de vapor, oxidación parcial, reformado autotérmico, gasificación y pirólisis). La producción de hidrógeno verde y azul (figura 2) requiere como fuentes energéticas, las energías renovables y/o combustibles de síntesis verde (NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>OH) y/o poco contaminantes (CH<sub>4</sub>, gas natural).

### 3 - Hidrógeno y Energías Renovables

Las energías renovables, especialmente la eólica y la solar fotovoltaica, que generan electricidad de forma discontinua y que

no siempre se puede almacenar o enviar a la red, tienen en el hidrógeno un vector para conservarla<sup>13-15</sup>. Por eso, el hidrógeno complementa muy bien las limitaciones de la energía solar y viceversa, el elevado gasto de electrolizar el agua tiene en la energía solar (fotovoltaica o eólica) una magnífica aliada. Por eso, podemos decir que la energía solar y el hidrógeno son un binomio fundamental en el desarrollo de la economía del hidrógeno solar. El hidrógeno y el Sol están unidos desde los inicios de los tiempos.

El hidrógeno puede ser producido sin ninguna emisión de dióxido de carbono a partir de sistemas renovables de energía. En este caso la energía para disociar el agua en oxígeno e hidrógeno, la proporciona un sistema que no contamina y puede ser muy barato en el futuro. El oxígeno y el hidrógeno separados se utilizan como combustible para obtener nuevamente electricidad a través de las celdas de combustible. La ventaja de las pilas de combustible que funcionan directamente con hidrógeno gas es que pueden ser útiles para almacenar

el exceso de energía eléctrica producida en momentos de mucho viento, o para usar de noche en lugares con una fuerte radiación solar. Un sistema que incorpore el hidrógeno a partir de fuentes renovables conjuntamente con una pila de hidrógeno es un sistema cerrado, en el cual ninguno de los productos o reactivos (agua, hidrógeno y oxígeno) se escapan hacia el ambiente. El agua consumida por la “pila” se transforma en gases; a continuación, los gases vuelven a transformarse en agua. La energía eléctrica producida por paneles solares es transferida a energía química en forma de gases. Los gases pueden ser almacenados y transportados, para reconvertirse otra vez en electricidad cuando ésta sea necesaria. Este sistema de producción de hidrógeno con energía renovable es realmente sostenible, siempre y cuando se tenga energía solar, eólica o cualquier otra fuente renovable, para poder producir la energía eléctrica allí donde haga falta y cuando sea necesaria.

**3.1.- Hidrógeno verde:** El hidrógeno verde como alternativa energética, tiene una gran acogida, pues como suma a sus valiosas características y propiedades (recurso energético desde fuentes seguras, disponibles, ilimitadas, accesibles,

variadas, no contaminantes y económicas), es reciclable, de alto contenido energético, almacenable y transportable, y oportuno para la difícil situación contaminante que se vive.

**Hidrógeno “verde” de Energía Solar y Electroquímica:**

- ☉ H<sub>2</sub> de la energía solar directa (electrólisis fotovoltaica)
- ☉ H<sub>2</sub> en celda fotoelectroquímica
- ☉ H<sub>2</sub> electrólisis con energía solar indirecta (hidroeléctrica, eólica, térmica, mareomotriz, biomasa)
- ☉ H<sub>2</sub> vía producción de amoníaco “verde”

Tal como se ha mencionado, se combinan energías renovables con procesos electroquímicos para la producción del hidrógeno verde. Tres de esos procesos se presentan en la figura 3:

- ☉ Celda solar fotovoltaica para electrólisis directa del agua y obtención de hidrógeno.
- ☉ Celda fotoelectroquímica para la electrólisis directa con luz solar en celda, en algunas ocasiones con asistencia externa
- ☉ Utilización de energía eléctrica procedente de energías renovables para la electrólisis

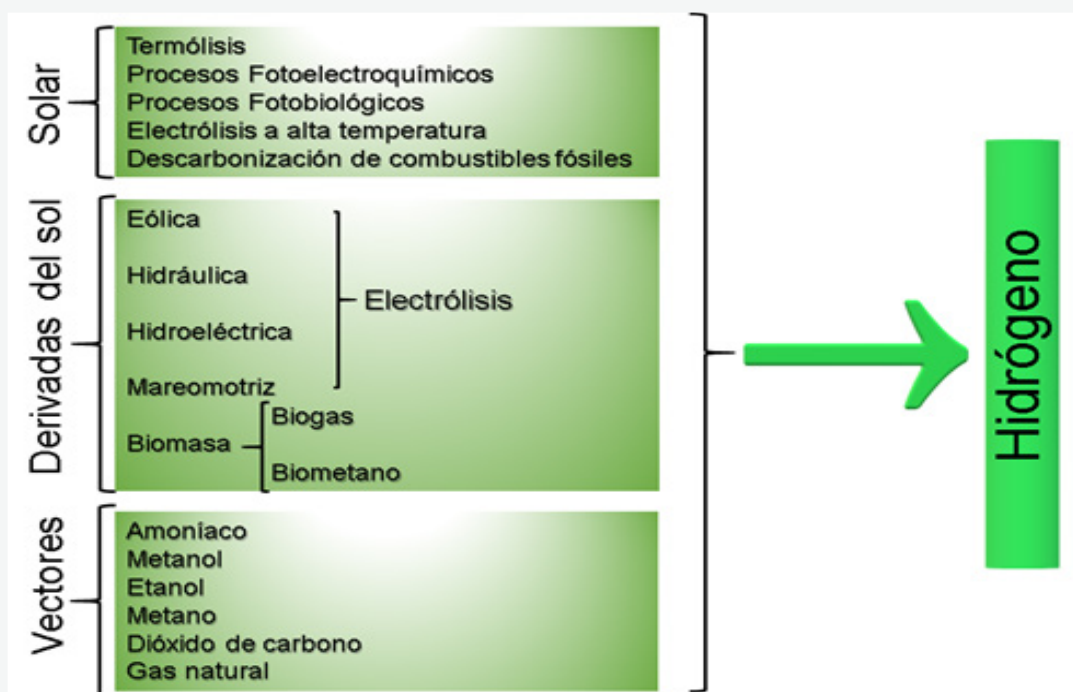
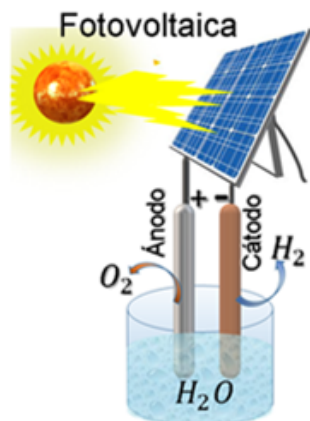
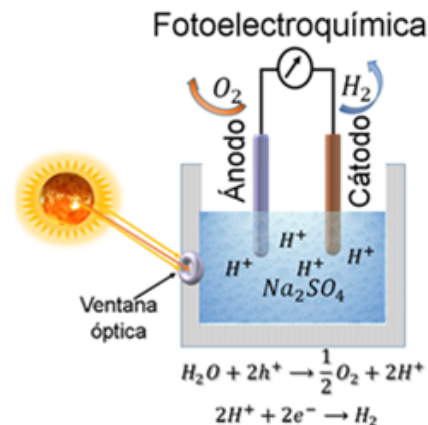


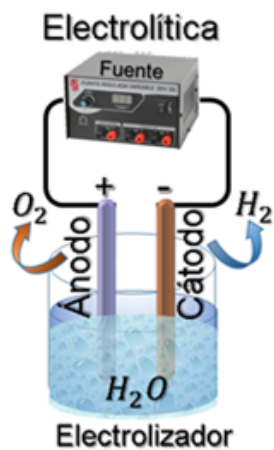
Figura 2. Vías de producción del Hidrógeno Verde (o Azul)



En el sistema fotovoltaico (solar) se utilizan celdas regenerativas para la conversión de luz solar en energía eléctrica. Valores crecientes de eficiencia se obtienen con variaciones, modificaciones optimizaciones en composición y parámetros



En fotoelectrólisis, se utiliza la energía solar para separar directamente el agua. Existe también la fotoelectrólisis asistida, aplicando un voltaje externo para posibilitar, tanto la transferencia electrónica del contraelectrodo a las especies oxidadas, como de huecos del semiconductor a las especies reducidas.



El potencial termodinámico del agua es de 1,23 V, El sobrepotencial asociado al desprendimiento de hidrógeno, puede ser minimizado por medio de un catalizador de negro de platino Pt negro. En el caso del oxígeno, por medio de un catalizador de óxido de Rutenio, RuO<sub>2</sub>

Figura 3. Procesos electroquímicos de producción de hidrógeno verde<sup>9,16</sup>

del agua en celda electrolítica.

### Celda solar, o fotovoltaica.

Es un dispositivo en el que un semiconductor de estado sólido posee una región de composición química variable, a la que se le asocia un gradiente de campo eléctrico el cual se utiliza para separar los pares hueco-electrón fotogenerados en la región. La gradación en la composición química se puede obtener de dos modos: i) depositando juntos dos materiales distintos,

o ii) dopando un único semiconductor en un modo asimétrico.

Los tres tipos básicos de celdas solares son: monocristalinas, policristalinas y amorfas.

⊙ Las celdas monocristalinas son preparadas en cilindros largos, seccionados en discos o hexágonos delgados. Este proceso es consumidor de energía y materiales, produce celdas de alta eficiencia (hasta 25%), son costosas y algunas veces son acopladas a lentes y espejos concentradores para incrementar aún más su eficiencia (30%).

Actualmente cubren el 50% del mercado FV. ☉Las celdas policristalinas son hechas de silicio fundido, moldeado en lingotes o láminas y seccionado en películas cuadradas. Sus costos de producción son menores, también su eficiencia (15%) y cubren un 30% del mercado FV.

☉El silicio amorfo (a-Si) es esencialmente silicio rociado sobre un vidrio o superficie metálica, en películas delgadas. Es de bajo costo y baja eficiencia (5%).

Actualmente se manejan celdas de las llamadas segunda, tercera y cuarta generación, con importantes aportes en sus propiedades tales como composición, estabilidad, rendimiento, costos, tiempo de vida, etc. Se utilizan otros materiales tales como arseniuro de galio (Ga-As), diseleniuro de cobre e indio ( $\text{CuInSe}_2$ ) y telurio de cadmio ( $\text{CdTe}$ ), orgánicos, polímeros, peroskitas, estos ofrecen altas eficiencias y propiedades interesantes como por ejemplo la posibilidad de modificaciones en cuanto a su sensibilidad luminosa. El acoplamiento de celdas en arreglos multicapas permite aumentar la captura de radiación. Este tercer tipo de celdas parece ser el más prometedor a futuro.

Se continúa el trabajo, en la reducción de costos, en la producción de energía eléctrica solar, se busca incrementar la eficiencia de las celdas, reducir sus costos y los costos del resto del sistema, mejoras en los diseños, arreglos e instalaciones. La electricidad solar está llamada a ser una fuente significativa de energía este siglo.

### **Celdas fotoelectroquímicas (CFE).**

La fotoelectrólisis del agua para la producción de energía almacenada en forma de  $\text{H}_2$  es muy atractiva en la actualidad puesto que la fuente primaria de energía, el sol, y el medio de reacción, el agua, son accesibles, renovables y ambientalmente benignos. La irradiación de semiconductores puede generar energía eléctrica, electroquímica o química. El sistema para la producción de hidrógeno consiste en su forma más simple, de un electrodo semiconductor y un contraelectrodo de platino, sumergidos en el medio electrolítico. Cuando el

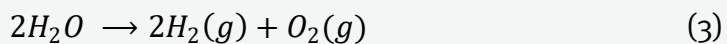
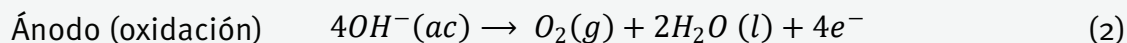
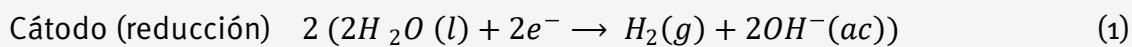
semiconductor es irradiado con luz más energética que su brecha energética, electrones de la banda de valencia son excitados a la banda de conducción, se genera una fotocorriente capaz de separar el agua en sus componentes, hidrógeno en la superficie del semiconductor y oxígeno en la superficie del electrodo de platino. Este tipo de celdas no se utilizan sólo para la generación de combustibles químicos, sino también para generar electricidad. Para que una celda CFE opere eficientemente los electrones fotogenerados se deben mover a través del circuito externo hacia el otro electrodo y reducir la especie  $\text{R}^+$  a R. Durante la generación de electricidad en una celda CFE, las reacciones electroquímicas que ocurren en el electrolito sirven sólo para transportar corriente. Sin embargo, uno de los mayores problemas encontrados en el desarrollo de celdas CFE para la conversión de la energía solar estriba en que todos los semiconductores que absorben luz visible son termodinámicamente inestables a la oxidación por los huecos fotogenerados. Se ha mostrado que semiconductores tipo n-CdS y CdSe se estabilizan contra la corrosión anódica cuando se utiliza el par  $\text{Na}_2\text{S}_x / \text{Na}_2\text{S}$  y NaOH 1M como electrolito.

La utilización de monocristales permite una mayor eficiencia ya que se minimiza la recombinación de huecos y electrones que ocurre normalmente en los límites de grano. Una desventaja del empleo de monocristales resulta de su alto costo de fabricación. Una alternativa sería el uso de semiconductores policristalinos cuya producción es más fácil y económica.

**Celdas Electrolíticas.** Cuando el volumen de hidrógeno requerido en alguna aplicación es moderado, el hidrógeno se obtiene mediante electrolisis de agua. La reacción electrolítica se realiza en medio alcalino debido a que en este medio se incrementa la conductividad eléctrica. La mayor parte de los electrolizadores son de tipo tanque con los electrodos dispuestos en paralelo.

El calor liberado en el proceso se elimina recirculando agua alrededor de las celdas. Adicionalmente se suministran nuevos tipos de electro-catalizadores que son capaces de





disminuir el sobrevoltaje, lo que supone una reducción en los costos.

**3.2.- Amoníaco Verde** (desde y con suministro de hidrógeno verde): Su síntesis se realiza por reacción del hidrógeno verde con nitrógeno del aire, almacenamiento de H<sub>2</sub>, (Figura 4). A este proceso se atribuyen logros tales como:

- ⊕Alta densidad energética (50% más de H<sub>2</sub> en el NH<sub>3</sub> que en el propio H<sub>2</sub> líquido)
- ⊕Estabilidad por períodos largos
- ⊕Manejo conocido y controlado
- ⊕Ausencia de emisiones de CO<sub>2</sub>
- ⊕Facilidad de transporte y almacenamiento

(procedimientos existentes).

En la utilización del amoníaco como combustible para las celdas de combustible, puede descomponerse en nitrógeno e hidrógeno de forma externa o puede introducirse directamente en la celda. Cuando el hidrógeno almacenado en amoníaco es requerido externamente, se establece el proceso de su liberación, éste es luego purificado para su incorporación en celdas de combustible y posterior suministro de energía (Figura 5).

También estos contaminantes atmosféricos consiguen aplicaciones en otros procesos

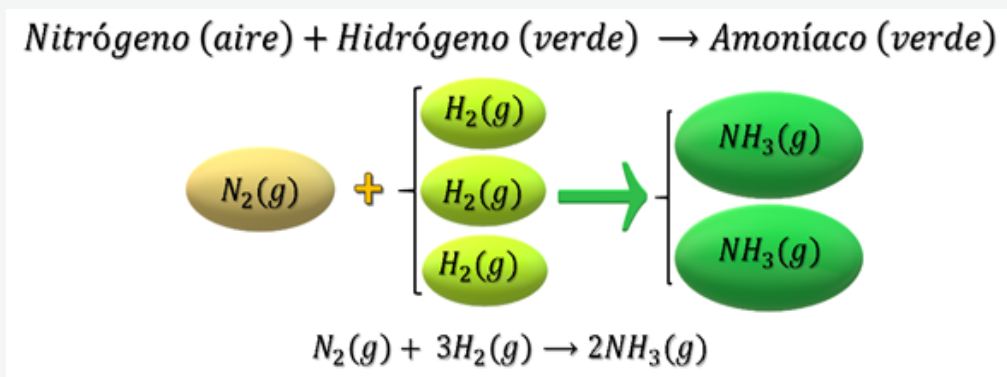
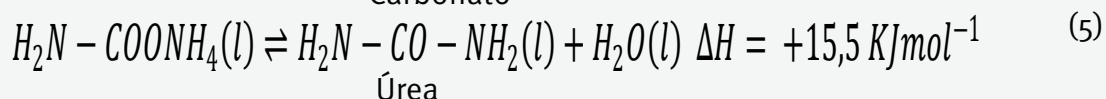


Figura 4. Síntesis de amoníaco verde



Figura 5. Suministro de hidrógeno verde desde el amoníaco a celdas de combustible<sup>17</sup>





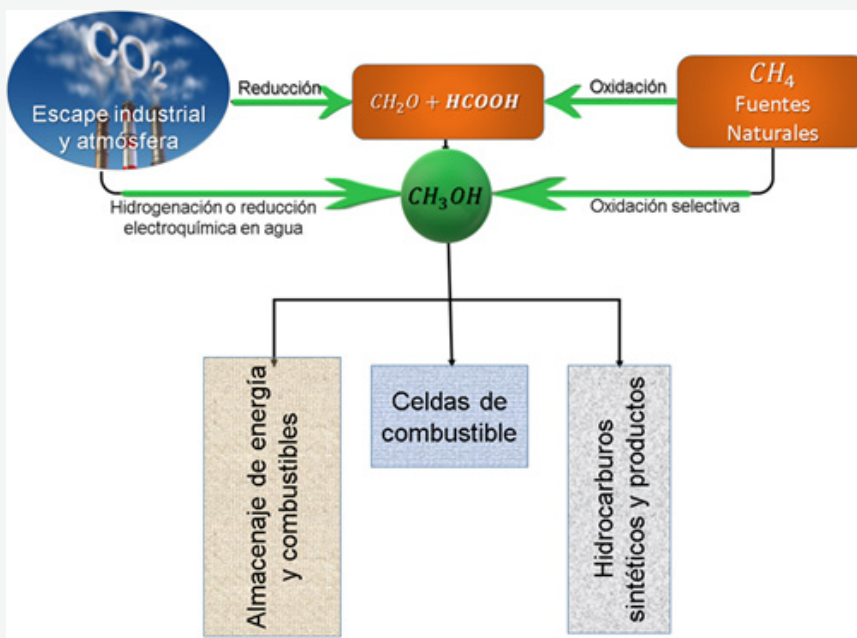


Figura 6. Síntesis del metanol verde y usos en energía (18, modificada)

de interés económico y social. Se presenta como ejemplo un proceso descontaminante de CO<sub>2</sub>, con producción del fertilizante úrea.

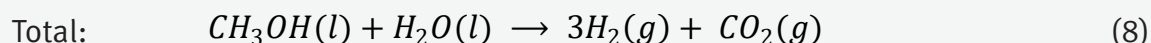
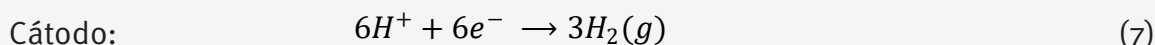
### 3.3.- Fuentes del Hidrógeno Azul

#### 3.3.1.- Proveniente del metanol verde.

El metanol se presenta como una molécula que permite transportar y almacenar el hidrógeno de una forma mucho más segura y eficiente. Su síntesis puede hacerse por reacción del hidrógeno verde con especies contaminantes ambientales como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CH<sub>2</sub>O, HCO<sub>2</sub>H (Figura 6) y puede ser utilizado posteriormente, en la alimentación directa de celdas de combustible o por suministro a la celda del hidrógeno allí almacenado, ello,

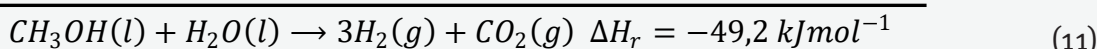
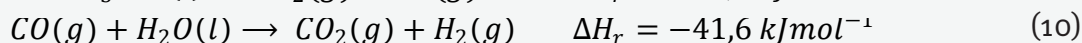
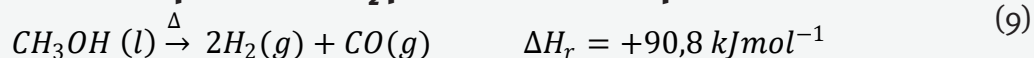
en adición a sus múltiples y variados usos<sup>18</sup>. Una vez transportado el metanol, es necesario hacerlo reaccionar para poder extraer el H<sub>2</sub> contenido en su estructura. La electrólisis del agua es el método que permite producir el hidrógeno de mayor pureza (95.5 – 97.2) % mol. El problema de este proceso es que requiere mucha energía, alrededor de 285 kJ por mol de agua disociado. Las reacciones en ánodo, cátodo y total, del metanol, son respectivamente, las Reacciones 6-8.

El proceso redox nos evidencia la producción final de hidrógeno azul. El dióxido de carbono producto, puede ser reciclado con producción nuevamente de metanol.

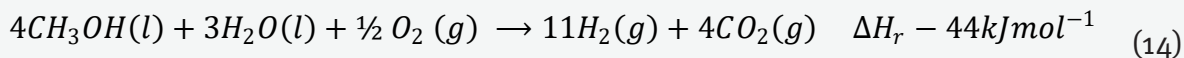
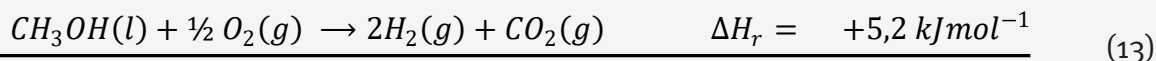
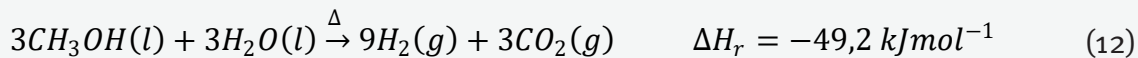


Otros procesos para la recuperación de hidrógeno del metanol son:

#### Método de recuperación de H<sub>2</sub> por reformado al vapor del metanol



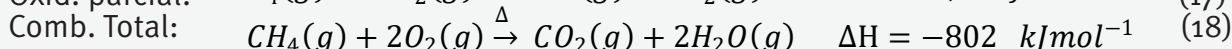
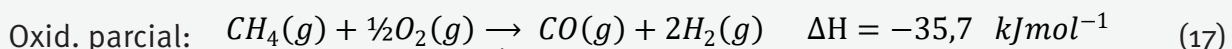
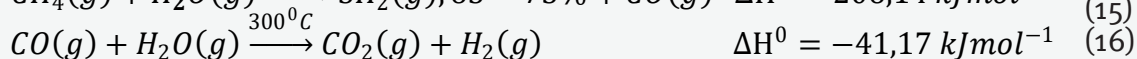
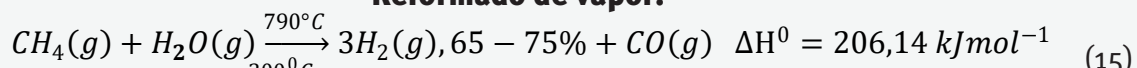
**Combinando el reformado al vapor del metanol con su oxidación parcial se obtiene la ecuación 14:**



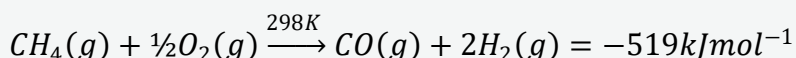
**Con una más alta eficiencia en la liberación del vector energético hidrógeno.**

### 3.3.2.- Proveniente del Metano (CH<sub>4</sub>)<sup>19</sup>

#### Reformado de vapor:

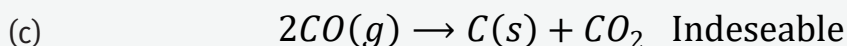
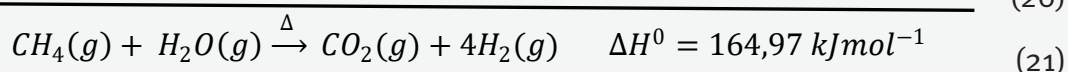
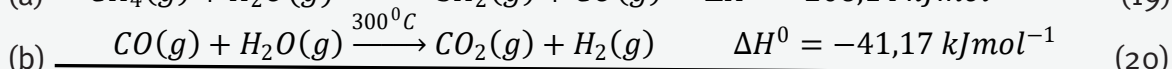


#### Reformado Autotérmico:



### 3.3.3.- Hidrógeno desde Gas Natural<sup>12</sup>

#### Reformado de Vapor:



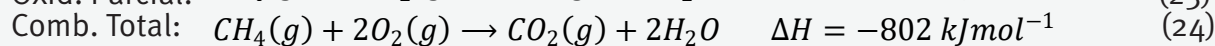
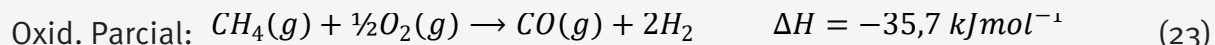
La tabla 1 muestra las condiciones de reacción en reformado de vapor de metano (Ec. a y b).

Tabla 1.- Condiciones de reacción en reformado de vapor de metano

(a)	
Item	Característica
Reacción	Endotérmica
Reactor	Multitubular
Fase	Gas
Catalizador	Níquel
Temperatura	790°C
Presión	13 atm

(b)	
Item	Característica
Reacción	Exotérmica
Reactor	Tubular
Fase	Gas
Catalizador	Cu-Zn/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Temperatura	(220-320)°C
Presión	26 atm

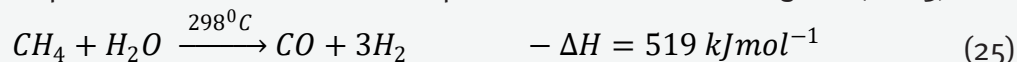
**Oxidación Parcial:** Suministro de una cantidad insuficiente de oxígeno para la Combustión completa, produciendo así solo hidrógeno y monóxido de carbono como subproductos.



⊗80% rendimiento y 99,999 pureza del H<sub>2</sub>

⊗Reformado de MeOH(200°C);: 99% rendimiento

**Reformado Autotérmico:** El proceso de reformado autotérmico (RA) es una combinación de procesos de Reformado con vapor de agua (RV) y Oxidación Parcial (ec. 21), con el calor necesario generado por la reacción de oxidación parcial usando aire u oxígeno (ec.23).



El esquema mostrado en la figura 7, incorpora otros posibles vectores intermediarios para la producción de hidrógeno.

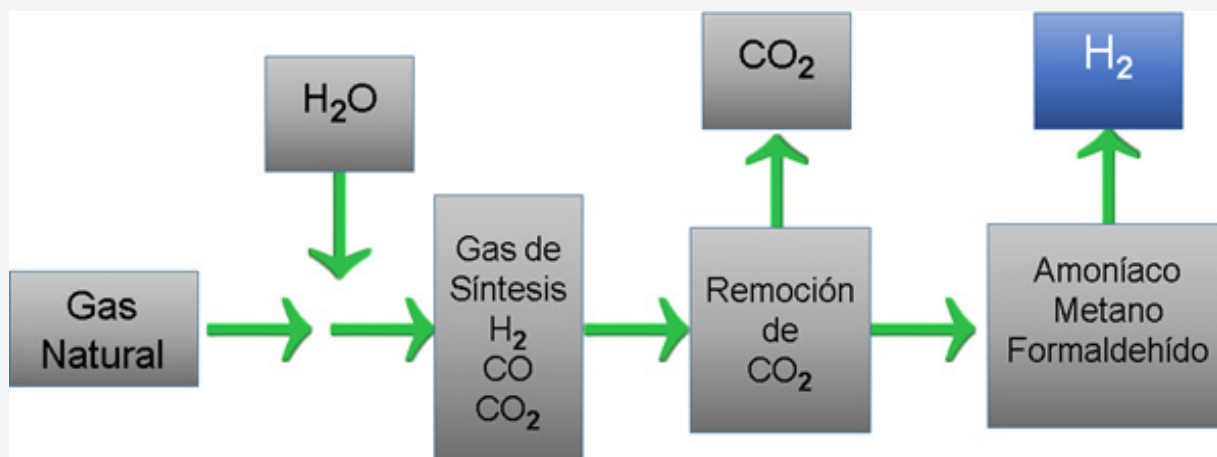
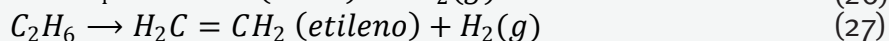
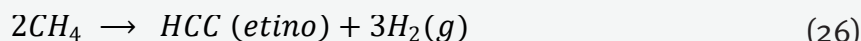


Figura 7. Distintos vectores para producción de hidrógeno

**También por gasificación y pirólisis:** La pirólisis es una degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno, por lo que dichas sustancias se descomponen mediante calor, sin que se produzcan las reacciones de combustión. El proceso de pirólisis tiene tres etapas: la dosificación y alimentación de la materia prima, la transformación de la masa orgánica y, finalmente, la obtención y separación de los productos (coque, bio-aceite y gas). El hidrógeno color turquesa se sintetiza por pirólisis, tal como se muestra más adelante.

**Vía Deshidrogenación:** La ruta de deshidrogenación de gas natural es también una ruta para obtención de hidrógeno con baja contaminación.



**Obtención de energía por reciclaje de especies carbonadas<sup>20</sup>.** Son variados los procesos existentes de captura y conversión, en muchos casos en forma cíclica, para regeneración de especies vectores energéticas. A modo de ejemplo se presenta un diagrama (figura 8), de un proceso cíclico de regeneración del vector metanol verde, a partir de dióxido de carbono y/o metano.

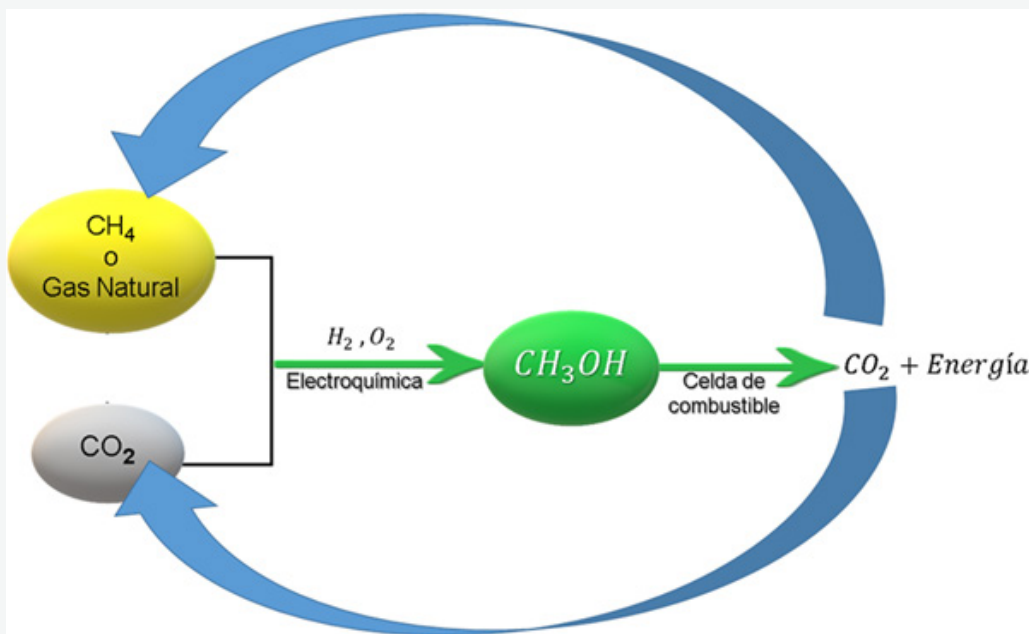


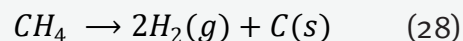
Figura 8. Obtención de energía por reciclaje de carbonados

**3.4.- Hidrógeno Blanco:** Lo encontramos en la naturaleza en forma gaseosa, también en depósitos subterráneos. Desconocemos su origen y procedencia, pudiera ser natural, producto de cracking o subproducto de procesos industriales, o combinación de ellos. No será de una gran abundancia y suministro permanente, actualmente no se le considera aprovechable.

**3.5.- Hidrógeno Turquesa:** El hidrógeno color turquesa se genera mediante la pirólisis del metal fundido, alimentada por gas natural. En el proceso, el gas natural pasa a través de un metal fundido, y libera hidrógeno y carbono sólido, con lo que se evitan emisiones.

Otra opción<sup>21</sup> es la transformación del gas natural, en hidrógeno y carbono mediante procesos pirolíticos controlados. La pirólisis catalítica del gas natural a temperatura media produce H<sub>2</sub>, la reacción puede realizarse mediante la aplicación de la energía de una fuente de microondas. Por esta vía se ha conseguido descomponer de forma eficiente una corriente de CH<sub>4</sub> en H<sub>2</sub> puro y filamentos carbonosos, obviamente en ausencia de cualquier óxido de carbono (no existe oxígeno en el medio de reacción). Los residuos de carbono, subproducto de la reacción, proporcionan un valor añadido

adicional al H<sub>2</sub> producido ya que tienen excelentes propiedades de adsorción. Una forma de llevar a cabo la descomposición del CH<sub>4</sub> en sus componentes (H<sub>2</sub> y C) de forma más suave que la propia pirólisis es mediante incorporación de catalizadores al reactor. Los catalizadores disminuyen la energía de activación del proceso de pirólisis y aumentan, por lo tanto, la velocidad del proceso de generación de hidrógeno. Los catalizadores más idóneos para realizar este proceso están constituidos por partículas de níquel y hierro, finamente dispersas sobre soportes inorgánicos de naturaleza mesoporosa, ej. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y SiO<sub>2</sub>. En estos catalizadores se observó que la cantidad de carbón depositado crece mucho más deprisa en la operación pulsada que cuando se realiza por calentamiento. Este tipo de sistemas producen H<sub>2</sub>, exento de óxidos de carbono.

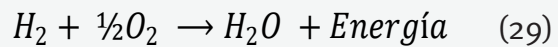


Los materiales nano carbonosos, nanotubos de carbón, nanofibras, han recibido estos últimos años especial atención debido a sus excelentes propiedades (conductividad térmica, eléctrica, óptica, mecánica) y potencial de aplicación energética.

**3.6.- Hidrógeno y Celdas de combustible.** El hidrógeno se encuentra en abundancia

en la naturaleza, principalmente como constituyente del agua. Almacena mayor cantidad de energía por unidad de peso (33,3 kWh/kg) que cualquier otra sustancia y su combustión produce agua, sin contaminar el ambiente. Por otra parte, puede almacenarse fácilmente como gas comprimido (-200 bar), como líquido a bajas temperaturas (-253 °C) o como hidruro metálico, formando estructuras sólidas. El hidrógeno también se puede usar directamente en quemadores o motores produciendo calor por combustión limpia, o convertir directamente su energía química en electricidad en celdas de combustible, en un proceso de alta eficiencia. Puesto que el hidrógeno no se encuentra libre en la naturaleza, se debe gastar energía para producirlo, tal como en el caso de la electricidad. La alta eficiencia de conversión (> 50%) de las celdas de

combustible permite un aprovechamiento máximo de la energía química contenida en los combustibles (hidrógeno, gas natural, biocombustibles, etc.), asegurando de este modo el uso racional de los recursos<sup>22,23</sup>. El uso de celdas de hidrógeno (figura 9) está plenamente justificado debido a que es un elemento que abunda en la naturaleza y su reacción con el oxígeno resulta no contaminante, dado que como productos de la reacción se generan vapores de agua y energía, de acuerdo a la siguiente reacción:



En el campo del transporte<sup>24,25</sup>, los llamados vehículos de hidrógeno utilizan este elemento como combustible, para hacer funcionar la batería que genera la electricidad para su propulsión.

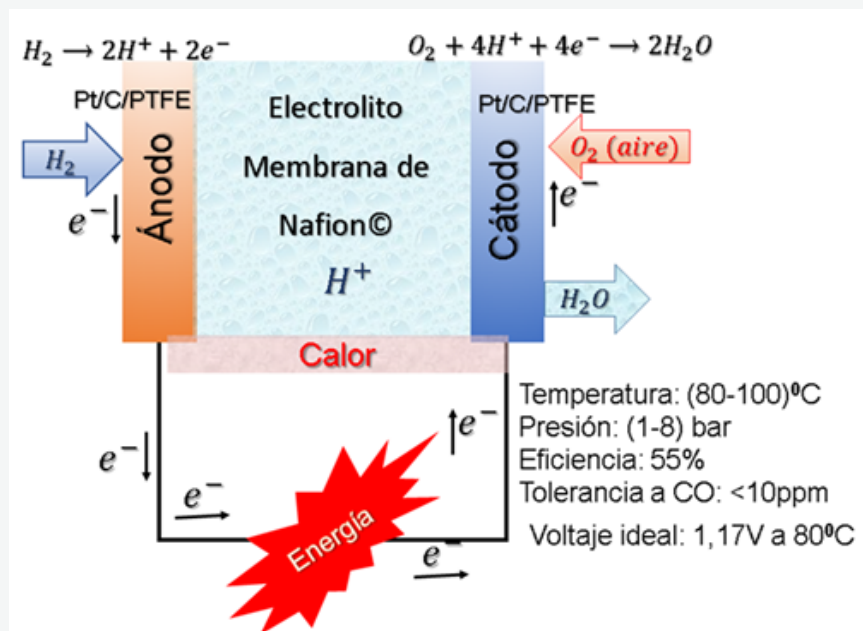


Figura 9.- Celda de combustible de Hidrógeno tipo PEM

## Conclusion

El hidrógeno es un combustible limpio, no contaminante, con alta densidad energética en base másica, liviano, estable, no corrosivo, de alta disponibilidad. Es un vector energético obtenible por numerosas vías, actualmente y mayoritariamente a partir de combustibles fósiles y con requerimientos ahora de producción desde fuentes no contaminantes. Por ello, se acude ahora a las energías renovables, energías secundarias y en nuestra área, con los métodos electroquímicos. La combustión de hidrógeno en estas condiciones genera agua y energía con poca o ninguna contaminación. Se considera que por esta vía será posible el desarrollo de un sistema de energía sostenible.



El hidrógeno contribuye, como vector energético, a la descarbonización ambiental, es ampliamente utilizado en los sectores del transporte y del calor residencial e industrial, así como en aquellos sectores donde se emplea como materia prima. El transporte, marítimo, ferroviario y vehículos pesados requieren producción, transporte y distribución de combustible, sin emisiones de CO<sub>2</sub> ni gases contaminantes, con eficiencia y costes competitivos.

Adicionalmente, la interconexión entre los sistemas eléctrico y gasista en un nodo de conversión de energía eléctrica en gas renovable (sea hidrógeno o metano sintético) permite el almacenamiento de dicha energía, a la vez que actúa de buffer o tanque de reserva energética, ya sea momentánea o estacional, y que permite recuperarla para generar nuevamente electricidad y/o calor.

La utilización de las celdas de combustible de hidrógeno luce conveniente y apropiada, con una alta eficiencia y sin emisión de contaminantes y existen actualmente importantes adelantos por la implantación de esta tecnología en el sector, bastante contaminante, del transporte y automotriz. Se encuentran ya en comercio las celdas de combustible Alcalina, PEM y SOFC.

## References

- 1.- Appannagari RR. (2017). Environmental pollution causes and consequences: a study. North Asian Int Res J Soc Sci Humanit, 3(8), 151-161.
- 2.- J Márquez, OP Márquez, Y Martínez, K Márquez, E Weinhold, R Ortiz. (2022). Electroquimienergía y Cambio Climático: Una Revisión. InfoANALÍTICA, 10(1), 43-82.
- 3.- Stephen R. (2023). "Causas y consecuencias de la contaminación ambiental". <https://www.significados.com/causas-y-consecuencias-de-la-contaminacion-ambiental/>.
- 4.- Libro de Ciencia y Tecnología N°2. (2009). Tecnológico de estudios Superiores de Ecatepec. Tecnologías Solar, Eólica, hidrógeno, Pilas de Combustible como fuentes de Energía. ISBN 978-607-95065-0-6. Méjico.
- 5.- Márquez J, Márquez OP. (2018). Electroquimienergía. Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE). ULA-Mérida. Venezuela. 1(2)9-26. <http://erevistas.saber.ula.ve/rite>.
- 6.- Turner J, Sverdrup G, Mann MK, Maness PC, Kroposki B, Ghirardi M, et al. 2008. Renewable hydrogen production. International Journal of energy research. 32(5) 379-407. 27.
- 7.- Dincer I. (2012). Green methods for hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy. 37, 1954-1971.
- 8.- Asoc. Nac. Ingenieros ICAI – Univ. Pontificia Comillas. 2007. Avances de Ingeniería: El Hidrógeno y la Energía. ISBN: 978-84-932772-9-1. Madrid.
- 9.- Márquez J, Márquez OP, Weinhold E, Márquez K. (2021). Hidrógeno desde la energía Solar (con Electroquímica). Una revisión. Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa RITE 4(1)11-27. <http://erevistas.saber.ula.ve/rite>.
- 10.- IRENA-Green hydrogen policy. 2020. Selección de tipos de hidrógeno. Pag.8.
- 11.- Van de Graaf Thijs. 2021. Energía y Geoestrategia. Cap. 3. El hidrógeno limpio: la piedra angular de un nuevo escenario geopolítico. 191-241.

- 12.- Rase HF. 1977. Chemical Reactor Design for Process Plants. Wiley 1st Edition.
- 13.- El-Shafie M, Kambara S, Hayakawa Y. (2019) Hydrogen Production Technologies Overview. Journal of Power and Energy Engineering ,7, 107-154. <https://doi.org/10.4236/jpee.2019.71007>.
- 14.- Dincer I, Acar C. (2015) Review and Evaluation of Hydrogen Production Methods for Better Sustainability. International Journal of Hydrogen Energy, 40,11094-11111. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.12.035>.
- 15.- Bhandari, R., Trudewind, C.A. and Zapp, P. (2014) Life Cycle Assessment of Hydrogen Production via Electrolysis Review. Journal of Cleaner Production, 85,151-163. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.04>.
- 16.- Márquez OP, Márquez J. (2020). Hidrogeno vía Electroquímica, Cap. 16. Una Educación Universitaria de Calidad (Tomo II). Publicación Vicerrectorado Académico ULA. ISBN 978-980-11-1858-9. ULA-Mérida-Venezuela.
- 17.- Castro MA. 2021. Sistemas de producción de potencia utilizando amoníaco y su aplicación ciclos combinados. Tesis de Grado. Dpto. Ingeniería Energética. Sevilla – España.
- 18.- Suero MI. 2021. Diseño y Simulación de una Planta de Producción de Metanol a partir de Biomasa. Tesis de Grado. Univ. De Valladolid – España.
- 19.- Villacampa JI, Latorre N, Ubieto T, Monzón A, Royo C. 2004. Producción de Hidrógeno por craqueo catalítico de metano sobre catalizadores Ni-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Caracterización e influencia de las condiciones de operación. Lucas Mallada, 11:229-244. Huesca.
- 20.- Márquez OP, Martínez Y, Balladores Y, Márquez K, Weinhold E, Márquez J. 2021. Electroquimienergía y Compuestos Monocarbonados: una revisión. Revista de Ingeniería y tecnología Educativa, RITE. 4(2)43-53. ISSN 2665-0339.
- 21.- Fierro JLG, La Parola V, Thomas S, Guil-López R, Navarro RM. (2003). Pilas de Combustible. Producción de hidrógeno a partir del gas natural sin emitir dióxido de carbono. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC. 67-70.
- 22.- Larminie J, Dicks A. “Fuel Cell Systems Explained”, Second Edition (2003). SAE Bookstore.
- 23.- Barreras F, Lozano A. 2012. Hidrógeno. Pilas de Combustible tipo PEM. LITEC-CSIC. Universidad de Zaragoza. España. [www.energia2012.es](http://www.energia2012.es).
- 24.- De la Torre Iglesias-Sarría P. 2019. Trabajo de Grado: Hidrógeno y Pilas de Combustible. Perspectivas de Futuro en el Transporte. Colegio Universitario de Estudios Financieros. Madrid.
- 25.- García G. 2018. Tipos de vehículos eléctricos: funcionamiento y características de cada tecnología. (<https://www.hibridosyelectricos.com/>).

# ELECTROMOVILIDAD PARA UN MEDIOAMBIENTE MÁS LIMPIO

## ELECTROMOBILITY FOR A CLEANER ENVIRONMENT

**Carlos Marschoff<sup>1</sup>, Jairo Márquez P.<sup>2</sup>, Olga P. Márquez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química Buenos Aires C1063ACV - Argentina

<sup>2</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Electroquímica. Mérida 5101 - Venezuela.  
e-mail : cmarschoff@gmail.com

**Recibido:** 11-02-2023

**Aceptado:** 23-04-2023

### Resumen

El aumento de la población global y las demandas asociadas con ese crecimiento requieren acciones urgentes para frenar el impacto que ello tiene sobre el medio ambiente, la supervivencia de los seres vivos y la recuperación del equilibrio ecológico. En ese contexto la fracción de demanda originada por las necesidades del sector transporte, vital para movilidad de las personas y la distribución de productos y servicios, es una de las causas importantes de ese impacto, toda vez que, por estar fundamentalmente basado en el uso de combustibles fósiles, lleva a un incremento de las emisiones de sustancias nocivas a la atmósfera. En particular, se estima que el transporte es responsable de una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero entre los cuales el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) representa el 75% de la contaminación mundial. En el marco de la creciente concienciación medioambiental, se ha planteado la necesidad de desarrollar nuevas alternativas para lograr, de modo ambientalmente sostenible, la provisión de energía al sector del transporte, y de los desarrollos alcanzados, surge el concepto de electromovilidad. En este artículo se presenta una resumida discusión de los principios de funcionamiento de las tecnologías involucradas.

**Palabras clave:** Electromovilidad, Cambio climático, Vehículos eléctricos, Vehículos híbridos, Energías limpias.

### Abstract

The global population growth and the associated demands linked to it require that urgent actions be implemented in order to reduce as much as possible the environmental impact, thus contributing to recover ecological equilibrium and to avoid species extinction. In this context the increase of the energy demand of the transportation sector, which stems from the ever increasing needs due to people mobility and distribution of goods and services, is one of the main reasons of this impact, since the almost exclusive use of fossil fuels as energy source for vehicle propulsion leads to increasing emissions of atmosphere polluting agents. In particular, it is reckoned that transportation is responsible of almost 25% of greenhouse effect gases, among which carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) accounts for a 75% share. Within the general acknowledgment of the environmental impact of fossil fuels significant work has been devoted to the development of alternative technologies for sustainable means of providing energy to vehicles through which the concept of electromobility is coined. In the present paper a brief analysis of the involved technologies is given

**Keywords:** Electromobility, Climate change, Electric vehicles, Hybrid vehicles, Clean energies

**Carlos M. Marschoff:** Doctor en Química (UBA), Investigador Científico en las áreas de fisicoquímica, energía y gestión tecnológica. Fue director de convenios y transferencia de tecnología de la UBA. Coordinador del FONTAR (Fondo Tecnológico Argentino). Gerente general de UBATEC; consultor de organismos internacionales, Prof. de Electroquímica en la Facultad de Ingeniería de la UBA, director general del FONCYT. Director de Proyectos de Green Cross Argentina. E-mail: cmarschoff@gmail.com; **Olga P. Márquez:** Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciada en Química (UCV-ULA), personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Mérida-Venezuela. Email: olgamq@gmail.com;

**Jairo Márquez P:** Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciado en Química (UCV-ULA), personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Mérida-Venezuela. Email: jokkmarquez82@gmail.com.

## INTRODUCTION

Desde la invención de la máquina a vapor, que desencadenó la llamada “revolución industrial”, la humanidad comenzó a acceder a nuevos productos y prestaciones que requirieron un consumo cada vez mayor de energía. Este aumento de oferta energética fue posible por la disponibilidad de cantidades crecientes de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas) que, aún hoy, cubren el 80% de la demanda mundial de energía.

La combustión de carbón e hidrocarburos genera como producto inevitable dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y, durante más de un siglo, las cantidades crecientes de  $\text{CO}_2$  emitido a la atmósfera fueron toleradas porque sus efectos resultaban poco perceptibles. Avanzada la segunda mitad del siglo pasado en algunos círculos científicos comenzó a evaluarse ese impacto y las primeras voces de alarma señalaron que debía tomarse en cuenta el efecto de las concentraciones cada vez mayores de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. Hoy, se sabe que el incremento de la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera ha desatado el mecanismo conocido como “efecto invernadero”, responsable de que las temperaturas globales mantengan un aumento continuo desde mediados del siglo pasado. Las mediciones de distintos centros

y laboratorios evidencian ese efecto y, al respecto, se puede señalar que los cinco años más cálidos de temperaturas medias globales se han producido desde 2010 en tanto que 16 de los 17 años más cálidos registrados corresponden a las últimas dos décadas<sup>1</sup> (figura 1).

El cambio climático desencadenado como consecuencia es una de las mayores amenazas para el futuro de la especie humana y, en este sentido, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático viene emitiendo continuos llamados de atención sobre la magnitud y urgencia del problema.

En este contexto es interesante señalar que tomando los datos de consumo de energía recopilados por las Naciones Unidas y analizándolos mediante modelos de sustitución logística se encuentra que la evolución del consumo de energía está claramente definida por la demanda, por parte de los usuarios, de recibir una fracción cada vez mayor de electricidad, a expensas de la combustión de hidrocarburos o carbón, en el punto de uso final y, de hecho, hacia 1999 más del 50% de la energía del mundo se consume bajo la forma de electricidad.

Hasta finales del siglo pasado el sector del transporte no acompañó esta tendencia y

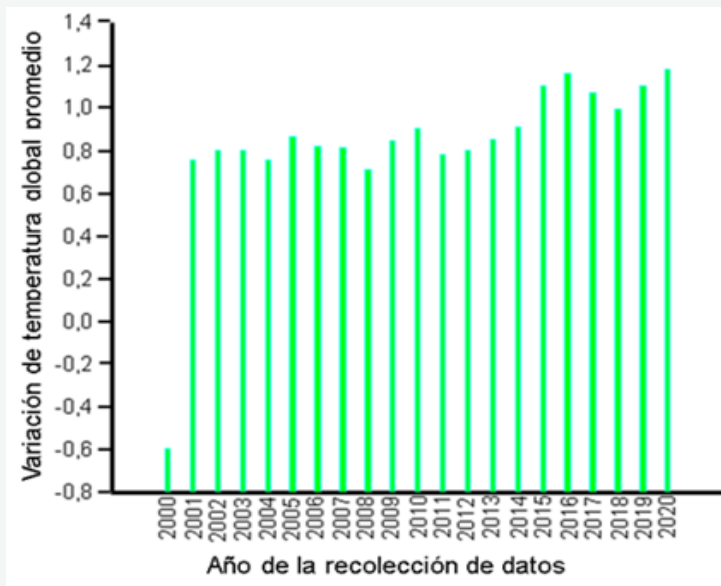


Figura 1.- Cambio en la temperatura global promedio, comparada con el período preindustrial 1850-1900. (datos tomados de la oficina del Servicio Meteorológico Nacional del Reino Unido (MET))



sólo cuando los efectos de las emisiones de contaminantes, en particular dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sobre el cambio climático se hicieron evidentes se puso en marcha una serie de iniciativas para sustituir la combustión de hidrocarburos y carbón en el transporte, por electricidad.

Debe destacarse, en este sentido, que tanto desde la Universidad de Los Andes como desde la Universidad de Buenos Aires se viene señalando, desde las últimas décadas del siglo pasado, la necesidad de tomar en cuenta el efecto invernadero señalando la importancia de emplear técnicas electroquímicas para la producción de hidrógeno como combustible<sup>2</sup> y de su utilización en celdas de combustible<sup>3</sup> así como para potenciar la participación de las fuentes renovables en la matriz energética.<sup>4,5</sup>

En particular, el desarrollo de tecnologías que permitan impulsar vehículos con energía eléctrica se ha transformado en una meta hacia la que apuntan los esfuerzos de investigación y desarrollo que se están llevando a cabo, tanto en el ámbito público como en el de las empresas, a lo largo y ancho del planeta.

## 2. Antecedentes de la electromovilidad

El uso de la electricidad para impulsar vehículos tiene una larga historia. De hecho, el primer automóvil que superó los 100 km/h, “La Jamais Contente”<sup>6</sup> fue construido en 1899 por el belga Camille Jenatzy sobre chasis y carrocería de aluminio, con un perfil aerodinámico, como se ve en la Figura 2. Con este vehículo, Jenatzy alcanzó los 104,88 km/h, asombrando a los periodistas convocados para la prueba. Pese a este logro, la construcción de vehículos con baterías de plomo, debido a su baja autonomía (65 km) y al hecho de que el 50% de la masa del vehículo estaba dada por las baterías, fue rápidamente desechada frente a las prestaciones de los automóviles impulsados con motor de combustión interna que ofrecen mayor autonomía, una relación peso/energía mucho más conveniente y, fundamentalmente, menores costos<sup>7</sup>. Por estas razones los motores de combustión interna dominaron, desde entonces, el mercado automotor a pesar de su baja eficiencia energética (25-30% para un motor a gasolina) y de la emisión de distintos gases contaminantes (CO<sub>2</sub>, CO, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre).

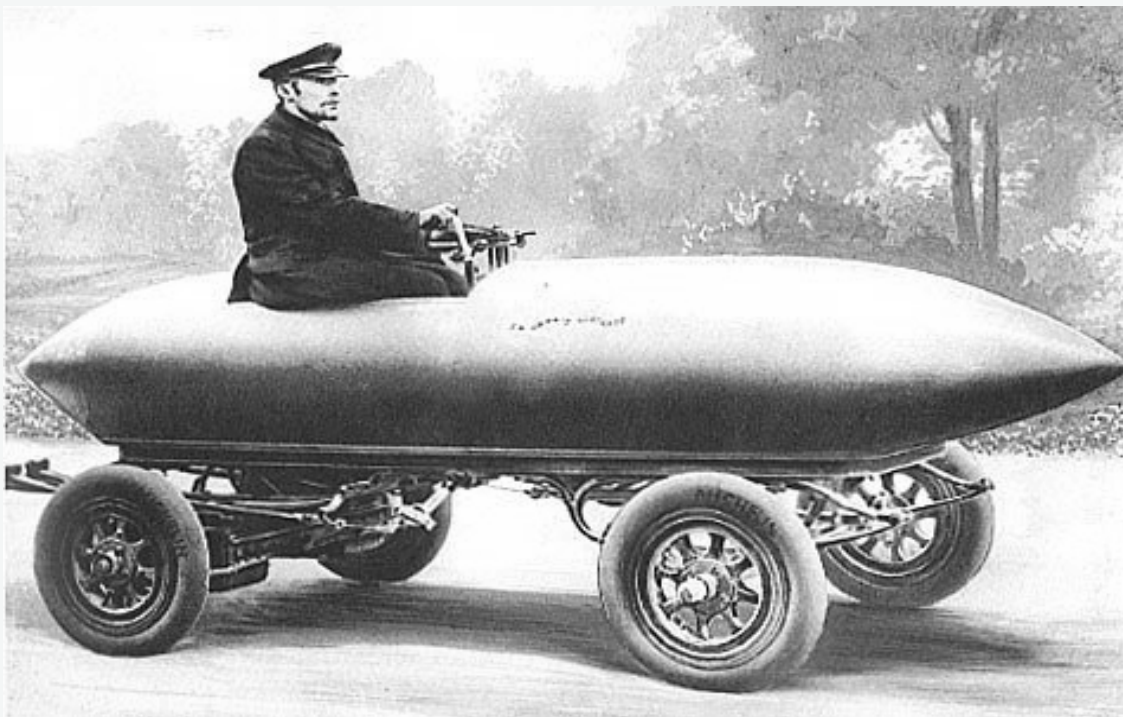


Figura 2: La Jamais Contente y su constructor en un grabado de 1899<sup>5</sup>



Como se ha mencionado en la sección anterior, el crecimiento de la población y la consiguiente expansión del parque automotor han llevado a que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático convocado por las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud hayan emitido repetidas alarmas respecto de la concentración de gases de efecto invernadero y fijado metas para su reducción.

Por otra parte, a partir de la segunda mitad del siglo XX se ha producido avance en el desarrollo de sistemas de producción electroquímica de energía que ofrecen mejores prestaciones que las baterías de plomo, en particular en lo que se refiere a la relación energía/peso. Actualmente los dos dispositivos que se emplean para generar energía eléctrica para impulsar vehículos son las baterías de litio y las celdas de combustible alimentadas con hidrógeno.

### **3. Sistemas electroquímicos de provisión de energía.**

Las celdas galvánicas son dispositivos que permiten generar energía eléctrica a partir de reacciones químicas que ocurren con cambios en el estado de oxidación de reactivos y productos y, en general, se pueden clasificar en dos categorías según se trate de reactores con masa limitada de reactivos o con una alimentación continua:

- **Baterías:** son dispositivos que convierten en energía eléctrica la energía química disponible en una masa limitada de reactivos que se encuentra contenida dentro de la batería
- **Celdas de combustible:** son dispositivos que convierten en energía eléctrica la energía química contenida en una masa, en principio ilimitada, de reactivos que se van suministrando a la celda de combustible a medida de los requerimientos específicos.

Las baterías, a su vez, distinguen dos tipos:

- **Baterías primarias:** Son aquéllas en las que al menos una de las reacciones de electrodo no puede revertirse aplicando una fuerza

electromotriz externa y, por lo tanto, una vez agotada la masa de reactivo disponible deben descartarse

- **Baterías secundarias:** Las reacciones de ambos electrodos pueden revertirse aplicando una fuerza electromotriz externa y, de ese modo, es posible regenerar la masa de reactivos una vez agotada la batería. Se dice entonces que este tipo de baterías es recargable.

Desde el punto de vista de su aplicación a la impulsión de vehículos las baterías primarias deben ser descartadas por su limitada vida útil; por lo tanto, limitaremos esta sección a comparar las ventajas y desventajas de utilizar baterías secundarias o celdas de combustible.

La motorización de un vehículo exige contar con un sistema que permita recorrer distancias de algunos cientos de kilómetros sin necesidad de detenciones y, también, que pueda ofrecer la capacidad de acelerar de modo satisfactorio frente a situaciones particulares. El primer punto exige contar con suficiente reserva de energía como para disponer de la autonomía deseada, lo que dependerá de la energía disponible por kilogramo del sistema de motorización. El segundo requiere que el sistema permita erogar la potencia necesaria para lograr la aceleración.

Estas características de los diferentes sistemas de motorización se pueden comparar empleando los gráficos de Ragone<sup>6</sup> en los que se representa la densidad de energía en el eje de ordenadas y la densidad de potencia en el eje de abscisas. En la Figura 3 se muestra un gráfico de Ragone<sup>8</sup> para algunos de los dispositivos de interés.

Como se ve de este gráfico, si bien el motor de combustión interna tiene el comportamiento óptimo, las celdas de combustible ofrecen una prestación equivalente en cuanto a densidad de energía, si bien la densidad de potencia es un orden de magnitud menor. Por su parte, las baterías de litio pueden alcanzar densidades de potencia comparables a los motores de combustión interna, pero menor densidad de energía.

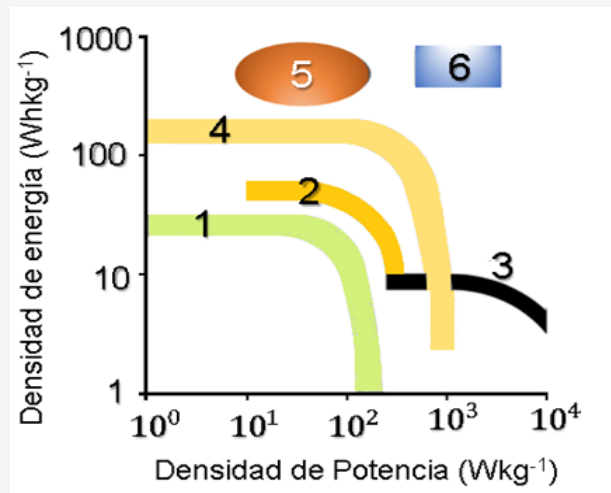


Figura 3.- Gráfico de Ragone para varios dispositivos. 1: Baterías de plomo; 2: Baterías de Níquel-hidruro metálico; 3: Capacitores; 4: Baterías de litio; 5: Celdas de combustible; 6: Motor de combustión interna

#### 4. Estrategias para la electromovilidad

Evaluando la situación actual del transporte terrestre y marítimo es de señalar que sólo en el sector ferroviario hay una participación importante de la electromovilidad: de acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía en 2021 casi el 40% de la energía consumida para impulsar trenes de carga y de pasajeros fue entregada desde la red eléctrica, estimándose que esa participación será de más del 60% en 2030. En contraste, el transporte marítimo y el automotor dependen prácticamente en su totalidad de la combustión de hidrocarburos.

En este marco, es claro que la sustitución de la combustión de hidrocarburos por una impulsión puramente eléctrica en la flota automotriz no es viable en el corto plazo en vista de los enormes costos que supone dismantelar la actual infraestructura de producción y distribución de combustibles y, por ello, tanto desde los organismos gubernamentales competentes como desde las propias empresas, se ha definido una estrategia de mediano y largo plazo que apunta a que, en un plazo de 30 – 40 años, se pueda alcanzar la eliminación definitiva del uso de hidrocarburos en el transporte. El desarrollo de esta estrategia contempla como objetivo final lograr que la totalidad de los automóviles y camiones sean impulsados por motores eléctricos y, para ello, considera como elemento crítico en la transición, la introducción de automóviles híbridos, es

decir, impulsados por un motor eléctrico suplementado por otro motor convencional. Dado que los automóviles híbridos y los puramente eléctricos, son más costosos que los de motor tradicional y sus gastos operativos son también mayores, una de las herramientas básicas en la estrategia es la asignación de subsidios, directos e indirectos, para promover su uso. En este sentido, la Unión Europea ha logrado un impactante aumento del patentamiento de nuevos vehículos con impulsión eléctrica total o parcial, (figura 4)<sup>9</sup>

Los datos volcados en la Figura 4 indican que el patentamiento de estos tipos de automóviles pasó de 600 unidades en 2010 a 1.061.000 en 2020 y 1.729.000 en 2021, lo que corresponde a un avance muy importante en los últimos años. De seguirse esta tendencia se alcanzará la meta de eliminar en Europa la producción de unidades convencionales antes de 2040.

#### 5. Características básicas de los automóviles con impulsión eléctrica

Distintos fabricantes comercializan hoy automóviles con impulsión eléctrica en una amplia gama de modelos que, en líneas generales, se pueden clasificar bajo dos categorías: los automóviles híbridos y los automóviles eléctricos.

La diferencia central entre ambas categorías reside en que los híbridos están impulsados

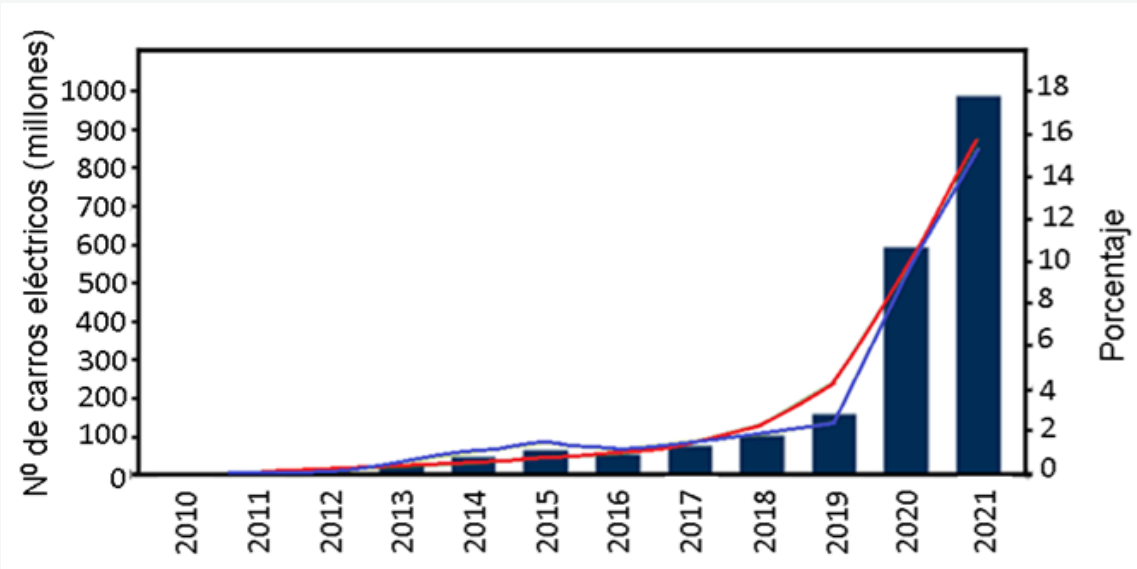


Figura 4.- Patentamiento de unidades (escala izquierda) la línea azul corresponde automóviles híbridos y la roja a automóviles a batería. La escala de la derecha indica el porcentaje respecto del patentamiento total

por un motor combustión interna acoplado con uno o más motores eléctricos en tanto que los automóviles eléctricos se movilizan exclusivamente con motor eléctrico. Desde el punto de vista de la sustentabilidad ambiental es claro que los automóviles eléctricos tienen, en principio, menor impacto ambiental que los híbridos, ya que no consumen hidrocarburos y, por lo tanto, no generan emisiones de gases de efecto invernadero, pero, operativamente, tienen mayores costos y, por lo tanto, ambos tipos de automóvil participarán activamente en el mercado durante las próximas décadas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el impacto ambiental real no depende sólo de las emisiones que el vehículo produce, sino de todas las emisiones generadas por la producción de los combustibles y de las fuentes electroquímicas de energía. Antes de avanzar en el análisis de cada uno de estos conceptos de vehículos con impulsión eléctrica conviene señalar algunos aspectos que son comunes a todos ellos:

- En todos los casos se trata de obtener el mejor desempeño del vehículo por lo que es de central importancia contar con un sistema de control centralizado que recopile los valores de todas las variables críticas para definir la forma operativa óptima en cada caso
- En todos los casos los motores eléctricos

están alimentados por una fuente electroquímica de energía: baterías o celdas de combustible

- La presencia de un motor eléctrico permite recuperar parte de la energía cinética durante el frenado haciendo funcionar al motor como un generador para cargar las baterías
- Las baterías incluyen, en la mayoría de los casos, sustancias cuya liberación al ambiente genera contaminación y riesgos ambientales, entre las que los metales pesados son las más comunes. Por lo tanto, en la medida en que la utilización de vehículos con impulsión eléctrica se generalice será imprescindible establecer un sistema de reciclado y recuperación de las baterías agotadas.<sup>10</sup>

Dicho esto, señalemos ahora que dentro de cada una de las categorías indicadas cabe distinguir al menos dos tipos de vehículo en cada caso. Así, los automóviles híbridos pueden ser vehículos híbridos eléctricos, en inglés hybrid electric vehicles (HEV) o vehículos híbridos eléctricos enchufables, en inglés plug-in hybrid electric vehicles (PHEV) según la carga de las baterías se lleva a cabo internamente, utilizando la energía del motor de combustión interna, o por conexión a una fuente de potencia externa. A su vez, si en un HEV la energía eléctrica es generada por una celda de combustible se tiene un

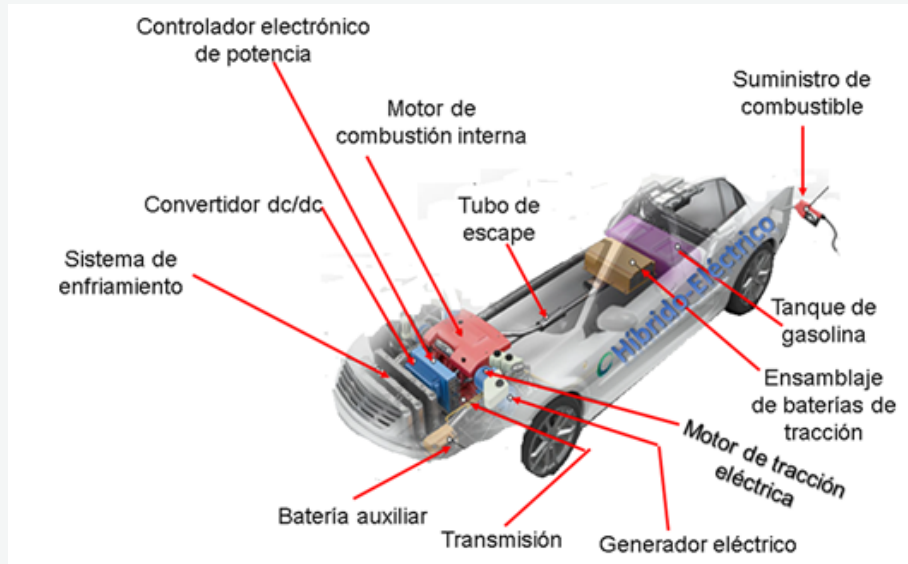


Figura 5.- Distribución de los componentes motores de un HEV<sup>12</sup>

fuel cell hybrid electric vehicle (FCHEV). Por su parte, los vehículos eléctricos pueden tener como impulsor principal una batería, y se habla entonces de un vehículo eléctrico a batería (BEV), o una celda de combustible y se tiene un vehículo eléctrico impulsado por celdas de combustible<sup>11</sup> (FCEV).

## 6. Vehículos híbridos eléctricos (HEV)

Los HEV están impulsados por un motor de combustión interna y uno o más motores eléctricos que reciben energía de un conjunto de baterías de litio. Normalmente el motor de combustión interna y el tamaño del tanque de combustible son los principales responsables de definir la autonomía del vehículo y el motor eléctrico funciona como complemento durante la operación a velocidad constante. Cuando es necesario acelerar el vehículo el motor de combustión interna funciona independientemente del motor eléctrico. La recarga de las baterías en los HEV se produce mayoritariamente utilizando la energía del motor de combustión interna, del mismo modo en que los automóviles tradicionales las baterías de plomo se recargan durante la marcha mediante un generador alimentado por el motor; sin embargo, una parte significativa de la recarga se realiza aprovechando la energía cinética de frenado. La Figura 5 muestra la distribución de los componentes motores de un HEV.

La descripción de los elementos críticos es la siguiente:

- Batería auxiliar: provee la energía para el arranque del motor antes de que las baterías de tracción entren en operación y, además, alimenta otros accesorios (luces, aire acondicionado, etc.)
- Baterías de tracción: Almacenan energía eléctrica para alimentar el motor eléctrico de tracción
- Convertor DC/DC: Convierte la potencia en continua de alto voltaje proveniente del paquete de baterías de tracción en continua de bajo voltaje para alimentar accesorios y recargar la batería auxiliar
- Motor eléctrico de tracción: Utiliza la potencia entregada por el sistema de baterías para impulsar las ruedas
- Generador eléctrico: Genera electricidad a partir de la energía cinética de las ruedas durante el frenado. Algunos modelos utilizan motores eléctricos que se convierten en generadores durante el frenado
- Motor de combustión interna: Es un motor convencional que opera con el combustible inyectado desde el tanque
- Sistema de gases de escape: Canaliza y

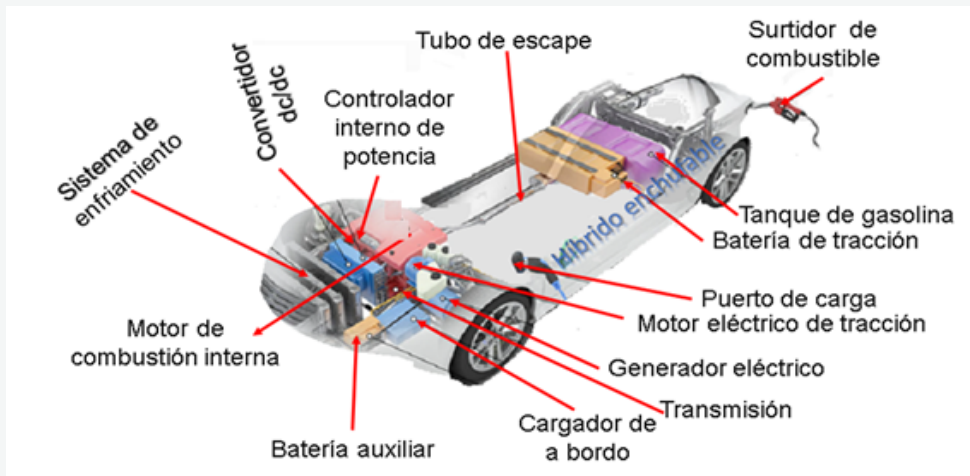


Figura 6.- Estructura de los vehículos eléctricos híbridos enchufables

procesa con sistemas de catalizadores de triple acción los gases de la combustión

- Controlador electrónico: Administra el flujo de energía eléctrica entregado por las baterías de tracción y el flujo de combustible al motor de combustión interna

Todas las grandes empresas productoras de automóviles ofrecen actualmente diversos modelos de HEV

### 7. Vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV)

Los PHEV emplean, también, un motor de combustión interna junto con uno o más motores eléctricos alimentados por baterías, pero a diferencia de los HEV las baterías pueden recargarse conectándolas a la red eléctrica y la distribución de sus componentes es la que se muestra en la Figura 6.

La descripción de los elementos críticos es la misma que la de los HEV con el agregado de un nuevo elemento, el cargador incorporado que convierte la corriente alterna recibida de la red en corriente continua en condiciones de potencia adecuadas para cargar las baterías de tracción lo que permite utilizar paquetes de baterías más grandes, como se ve comparando las Figuras 5 y 6.

Por esa razón en los PHEV la participación del motor eléctrico en la operación es considerablemente mayor que en los HEV:

típicamente el vehículo opera con el motor eléctrico hasta el agotamiento de las baterías, momento en el que la tracción pasa a ser impulsada por el motor de combustión interna. De este modo, el consumo de combustible es menor que en el caso anterior. Estas características operativas permiten un intervalo de autonomía significativo con tracción puramente eléctrica que, para los modelos más sencillos varía entre 20 y 100 km, si bien en el caso de vehículos de mayor porte pueden alcanzarse los 200 – 300 km de operación eléctrica pura. De este modo, para un uso exclusivamente urbano es frecuente que la mayor parte de la energía consumida en una jornada sea a través del motor eléctrico ya que al fin del día las baterías se recargan conectando el PHEV a un tomacorriente adecuado.

El proceso de recarga de las baterías tomando energía de la red se puede llevar a cabo empleando diferentes clases de equipo de carga. Actualmente existen tres tipos de cargadores clasificados, en función de la autonomía que se alcanza con una hora de carga, como Nivel 1, 2 o 3.<sup>13</sup>

- Nivel 1: Emplea corriente de la red domiciliar de 120 V y otorga una autonomía de aproximadamente 10 km por hora de carga
- Nivel 2: Emplea corriente de red de 240 V y permite una autonomía de 40 – 50 km por hora de carga



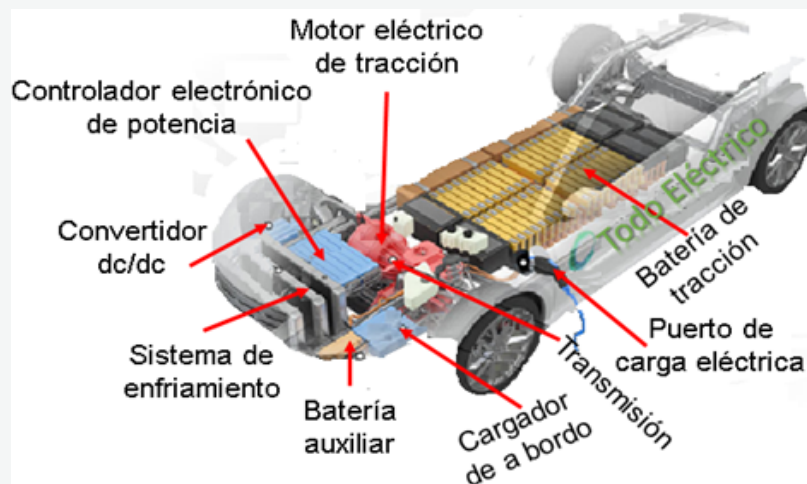


Figura 7.- Distribución de los componentes motores de un BEV

• Nivel 3: Se alimenta de corriente trifásica y brinda una autonomía de 150 – 300 km con media hora de carga.

Los equipos de Nivel 3 son relativamente complejos y se operan en estaciones de carga con instalaciones adecuadas.

No todas las grandes fábricas de automóviles comercializan PHEV. En este sentido se puede mencionar que, a marzo de 2023, en los EE.UU. sólo 8 compañías ofrecen este tipo de vehículos con un total de 33 modelos.<sup>14</sup>

## 8. Vehículos eléctricos a batería (BEV)

Estos vehículos utilizan exclusivamente motores eléctricos y, por lo tanto, no emiten gases debidos a la combustión de hidrocarburos. La Figura 7 muestra la distribución de componentes de un BEV.

Los BEV recargan las baterías tomando corriente de la red, en forma similar a lo que se señaló en relación con los PHEV, pero, dado que la batería es el único proveedor de energía para el motor, el tema de la autonomía pasa a ser muy significativo ya que no existe otra fuente impulsora para sustituir las baterías cuando éstas se descargan.

A su vez, en el diseño de un BEV se debe tener en cuenta que el incremento de la autonomía mediante la ampliación del paquete de baterías está limitado por el

hecho de que la relación peso-energía es más desfavorable que la de un motor de combustión interna. Por otra parte, el tiempo de recarga de una batería tomando electricidad de la red es otro factor que afecta directamente la performance, sobre todo si se piensa en transporte en carreteras y con vehículos pesados.

Por lo tanto los fabricantes de BEV, que se han volcado decididamente por el uso de baterías de litio por ser las de mejores prestaciones en estos rubros, dedican importantes sumas para trabajos de investigación y desarrollo en la mejora de las baterías de litio y, también, en la búsqueda de formulaciones alternativas.<sup>15</sup>

## 9. Vehículos eléctricos con celda de combustible (FCEV)

Las celdas de combustible, como se ha mencionado en la sección 3 de este artículo, funcionan haciendo reaccionar electroquímicamente hidrógeno con oxígeno para generar agua. Esta reacción tiene una alta eficiencia energética y, por esa razón y por no generar emisiones contaminantes, es una alternativa atractiva para impulsar vehículos eléctricos.

Existen varios tipos de celda de combustible, caracterizados por la naturaleza del electrolito que está en contacto con los electrodos, entre los cuales las que emplean membranas poliméricas ácidas son las que ofrecen mejores características

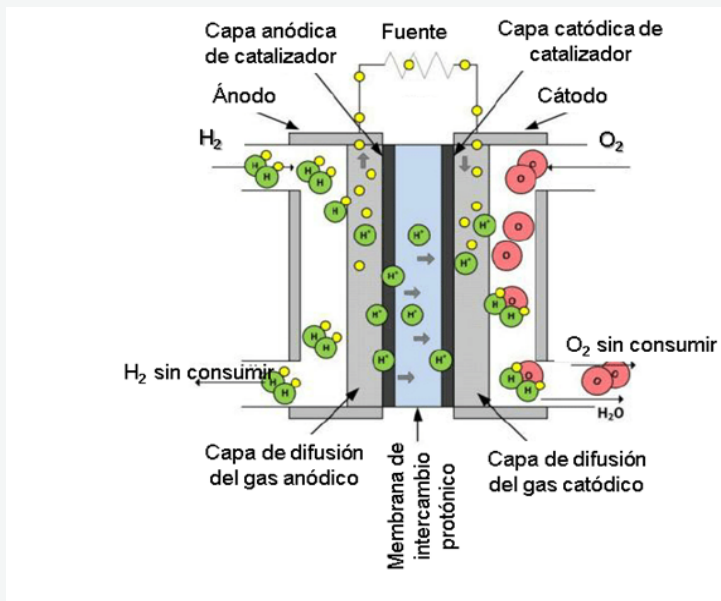


Figura 8.- Esquema de funcionamiento de una celda de combustible unitaria con membrana de intercambio de protones

de las relaciones peso/potencia y peso/energía. En la Figura 8 se esquematiza el funcionamiento de una celda elemental de este tipo.

La celda es alimentada por hidrógeno gaseoso en el ánodo, donde se oxida para generar protones y liberar electrones que circulan hacia el cátodo donde el oxígeno se reduce, reaccionando con los protones que migran a través de la membrana y los electrones para dar agua. Combinando muchas de estas celdas unitarias en apilamientos, o stacks, se construyen unidades generadoras de electricidad cuya potencia depende del

número de celdas utilizadas. En la Figura 9 se detallan los elementos que configuran la planta motriz de un FCEV típico.

Como se ve de esta Figura, la unidad motriz está constituida por uno o más motores eléctricos alimentados por el ensamblaje (stack) de celdas de combustible que está suplementado por un pack de baterías de alto voltaje que acumulan energía recuperada en el frenado. Las celdas operan tomando hidrógeno de los tanques de combustible y oxígeno del aire. Un punto importante está dado por los tanques de almacenamiento de hidrógeno que puede

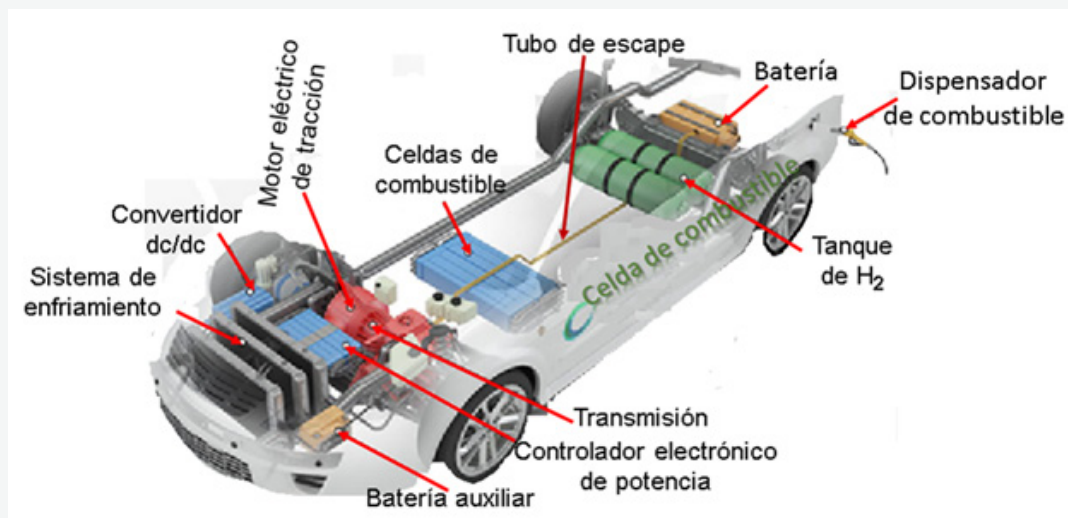


Figura 9.- Distribución de los componentes motores de un FCEV

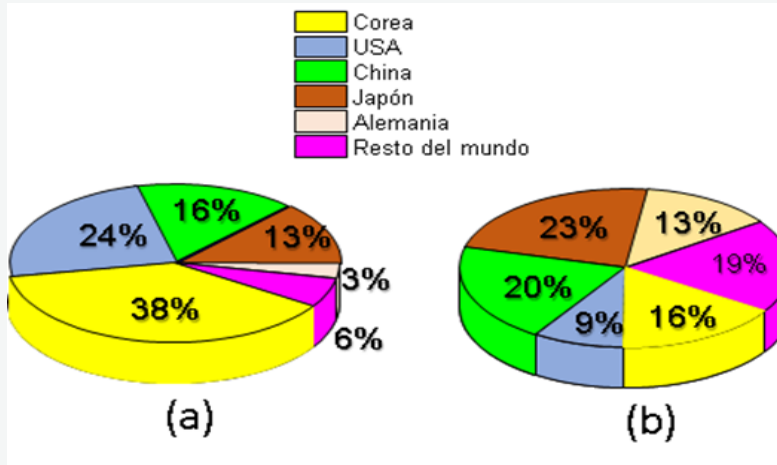


Figura 10.- Distribución geográfica de las unidades de FCEV en circulación (a) y de las estaciones de recarga de hidrógeno (b) según la AIE.

estar comprimido a muy altas presiones o, directamente, bajo forma de hidrógeno líquido y uno de los puntos a resolver para que los FCEV puedan llegar al público general es construir una red de estaciones de servicio para recargar los tanques de hidrógeno. Es claro, entonces que los FCEV no están en etapa de comercialización si bien casi todas las grandes automotrices, en la mayoría de los casos en asociación con entes gubernamentales están trabajando en la construcción de automóviles impulsados por celdas de combustible. Este interés se debe a las sensibles ventajas que este modelo de automóvil ofrece respecto de los arriba descritos:

- Reducido impacto ambiental, por su mayor eficiencia energética y la mínima presencia de sustancias peligrosas que, básicamente, se encuentran en las baterías

de suplementación.

- Acceso ilimitado al combustible, que se puede obtener por electrólisis de agua empleando energía producida por fuentes renovables como solar o eólica.

- Mejores prestaciones en cuanto a autonomía y a las relaciones peso-energía y peso-potencia.

Una muestra de ese interés se encuentra en el hecho de que, de acuerdo con los datos de la Agencia Internacional de la Energía en 2021 se encontraban en circulación 51.600 FCEV, todos ellos en etapas de evaluación y desarrollo, alimentados por 730 estaciones de recarga de hidrógeno según la distribución que se muestra en la Figura 10.<sup>16</sup>

Por su parte, la Figura 11 muestra



Figura 11.- Esquema de funcionamiento de una estación de recarga de hidrógeno

esquemáticamente cómo es el funcionamiento de una estación de recarga de hidrógeno que opera a partir de una provisión de hidrógeno líquido.<sup>17</sup>

Como se ve de esta Figura, el tanque de alimentación contiene hidrógeno líquido en equilibrio con hidrógeno gaseoso y se toman dos corrientes de salida: el hidrógeno líquido se presuriza a 950 bar y se inyecta a un evaporador que alimenta un tanque intermedio de almacenamiento

a esa presión. Ese tanque recibe también hidrógeno proveniente de la corriente gaseosa que es comprimido a 950 bar antes de su inyección al tanque. Finalmente, el hidrógeno a 950 bar es enviado al tanque de despacho que se encuentra a -400 C para su despacho al vehículo. Las figuras 12 y 13 muestran, respectivamente una estación de recarga de hidrógeno operando en Japón<sup>18</sup> y el detalle del pico de salida del hidrógeno que se acopla con la boca del tanque.<sup>19</sup>



Figura 12.- Operación de recarga de hidrógeno



Figura 13.- Detalle del acople surtidor – FCEV

## Conclusión

La rama científica Electroquímica, tal como su nombre lo indica, tiene una estrecha vinculación con aspectos de la vida diaria tales como, Electricidad, Química, Ambiente, Contaminación/Descontaminación, Alimentación, Salud, Farmacéutica, Seguridad, Transporte, etc. La creciente contaminación ambiental actual y las consecuencias que acarrea (cambio climático, lluvia ácida, fenómenos agresivos-dañinos-destructivos y mortales, etc.) exigen una atención y tratamiento inmediato. En referencia con la electromovilidad, vemos en este trabajo, tratamientos electroquímicos que contribuyen a la disminución en unos casos y eliminación en otros, de contaminantes ambientales que requieren de urgente atención y en ese sentido se presentan tecnologías y procesos tales como las posibilidades de uso de baterías secundarias, celdas de combustible, vectores energéticos valiosos (ej. H<sub>2</sub>) y procesos acoplados, que han de contribuir sustancialmente con cambios y modificaciones a la movilidad y transporte en nuestras sociedades (trenes, vehículos, barcos, etc.) responsables de gran parte del suministro ambiental de contaminantes. De hecho, y se muestra en este trabajo, importantes aportes ya logrados en numerosos países y en adición, son muchos otros los países que actualmente atienden la electromovilidad con énfasis en transporte de vehículos pesados, transporte aéreo y marítimo.

## References

- 1.- McLean M, Gibbs T. (2022). Addressing Code Red for humans and the planet: We are in this together, *Medical Teacher*, 44(5) 462 - 465.
- 2.- Marschoff CM, Aragón PJ. (1974). Conversión de energía: celdas de combustible. *Acta Cient. Venezolana*, 24 185-188.



- 3.- Marschoff CM. (1986). Prospects for hydrogen energy systems in Argentina. *Int. J. Hydrogen Energy* 11(5) 317-319.
- 4.- Márquez J, Márquez OP. (2019). Solar Energy and Electrochemistry in the book “Recent advances in Electrochemical Research”, Rolando Tremont editor, Kerala, India, 169-222, ISBN:978-81-7895-545-2.
- 5.- Márquez J, Márquez OP, Weinhold E, Márquez PK. (2021). Hydrogen from Solar Energy (with Electrochemistry): A review. *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*. 4(1)11-27.
- 6.- Science Photo Library. (1899). <https://www.motorpasion.com/clasicos/a-cien-jenatzy-la-jamais-contente>.
- 7.- Ragone DV. (1968). Review of battery systems for electrically powered vehicles. SAE Technical Paper. SAE Technical Paper Series. 1. doi:10.4271/680453. 680453.
- 8.- Christen T, Carlen MW. (2000). Theory of Ragone plots. *Journal of power sources*, 91(2), 210-216.
- 9.- <https://www.eea.europa.eu/ims/new-registrations-of-electric-vehicles>.
- 10.- Li H, Dai J, Wang A, Zhao S, Ye H. (2019). Recycling and Treatment of Waste batteries. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 612, 052020.
- 11.- Muthukumar M, Rengarajan N, Velliyangiri B, Omprakas MA, Rohit CB, Raja UK. (2021). The development of fuel cell electric vehicles—A review. *Materials Today: Proceedings*, 45, 1181-1187.
- 12.- U.S: Department of Energy <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>.
- 13.- Das HS, Rahman MM, Li S, Tan CW. (2020). Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109618.
- 14.- <https://evadoption.com/ev-models/available-phevs/>.
- 15.- Grant PS et al. (2022). Roadmap on Li-ion battery manufacturing research. *J. Phys. Energy*. 4 042006 doi 10.1088/2515-7655/ac8e30.
- 16.- <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/fuel-cell-electric-vehicle-stock-and-hydrogen-refuelling-stations-by-region-2021>.
- 17.- <https://hdsam.es.anl.gov/index.php?content=hdsam>.
- 18.- <https://hydrogen-central.com/japan-1000-hydrogen-stations/>.
- 19.- <https://www.petrolplaza.com/news/25683>



## ASPECTOS AMBIENTALES DE LA ELECTROMOVILIDAD

### ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ELECTROMOBILITY

**Carlos Marschoff<sup>1</sup>, Jairo Márquez P.<sup>2</sup>, Olga P. Márquez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química Buenos Aires C1063ACV - Argentina

<sup>2</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Electroquímica. Mérida 5101 - Venezuela.  
e-mail : cmarschoff@gmail.com

**Recibido:** 15-02-2023

**Aceptado:** 01-05-2023

### RESUMEN

El rescate del medio ambiente, así como la preocupación por el cambio climático, exige de una atención inmediata y oportuna. En este sentido, el 22 de abril se celebra el día Internacional de la Pacha-Mama, haciendo un llamado a la reflexión sobre nuestra interacción con la naturaleza. En esta ocasión, el presidente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha hecho un llamado a los ciudadanos del mundo, a exigir a sus dirigentes la toma de medidas necesarias para proteger el planeta y su biodiversidad. Uno de los aspectos a considerar es la contribución aportada por los medios de transporte a la contaminación del medio ambiente. En este trabajo se hace una revisión actualizada del uso de fuentes alternativas de energía eléctrica para la movilidad de medios de transporte, conocido como electromovilidad.

**Palabras clave:** Electromovilidad, Vehículos eléctricos, Cambio climático, Energías limpias, Energías alternativas.

### ABSTRACT

The rescue of the environment, as well as concern about climate change, requires immediate and timely attention. In this sense, April 22th is celebrated as International Pacha-Mama Day, calling for reflection on our interaction with nature. On such occasion, the President of the United Nations (UN) has called on the citizens of the world to demand that their leaders take the necessary measures to protect the planet and its biodiversity. One of the aspects to be considered is the contribution made by means of transport to environmental pollution. This paper provides an updated review of the use of alternative sources of electrical energy for the mobility of means of transport, known as electromobility.

**Keywords:** Electromobility, Electric vehicles, Climate change, Clean energies, Alternative energies.

**Carlos M. Marschoff:** Doctor en Química (UBA), Investigador Científico en las áreas de fisicoquímica, energía y gestión tecnológica. Fue director de convenios y transferencia de tecnología de la UBA. Coordinador del FONTAR (Fondo Tecnológico Argentino). Gerente general de UBATEC; consultor de organismos internacionales, Prof. de Electroquímica en la Facultad de Ingeniería de la UBA, director general del FONCYT. Director de Proyectos de Green Cross Argentina. E-mail: cmarschoff@gmail.com; **Olga P. Márquez:** Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciada en Química (UCV-ULA), personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Mérida-Venezuela. Email: olgamq@gmail.com; **Jairo Márquez P:** Ph.D. en Electroquímica (Univ. de Southampton, U.K.), licenciado en Química (UCV-ULA), personal docente y de investigación de la Facultad de Ciencias-ULA. Mérida-Venezuela. Email: jokkmarquez82@gmail.com.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad de Buenos Aires ha estado estudiando, desde hace muchos años, varios factores relacionados con la producción de energía, proponiendo que una buena alternativa es la preparación de celdas de combustible, así como el uso de hidrógeno para la construcción de plantas de amoníaco para la producción de fertilizantes e ir sustituyendo, paulatinamente, la obtención del hidrógeno del gas natural por el sistema electrolítico.<sup>1</sup>

La preocupación por el presente y futuro de las fuentes de energía no es nueva, desde el siglo 20 se ha estado discutiendo en Argentina esta materia.<sup>2</sup> El enfoque logístico de la sustitución de fuentes de energía primaria se revisó a la luz de los datos de consumo de energía en distintos países. Se desarrolló un método matemático,<sup>3</sup> el cual suponía que, el aumento del uso de una fuente primaria, no afectaría, por sí misma, la cinética de la sustitución. Sin embargo, los efectos medioambientales de la combustión de materiales fósiles han tenido un impacto significativo y, como consecuencia, en la mayoría de los países industrializados se está estableciendo un conjunto de normativas cada vez más exigentes que fijan límites para las emisiones producidas por vehículos, servicios públicos, etc.

Se comprobó que los datos históricos mostraban valores de dispersión más amplios con la teoría durante varios decenios y que se obtenían mejores resultados cuando la sustitución se enfocaba como una competencia entre formas eléctricas y no eléctricas de energía suministrada a los usuarios finales.

Para que sea realidad una electromovilidad respetuosa del ambiente, se debe resolver el problema de la energía, ya que la demanda energética seguirá creciendo, sobre todo en los países menos industrializados que son, además, aquellos en los que la población crecerá por encima de la media mundial; los combustibles fósiles siguen siendo responsables de más del 70% del abastecimiento energético mundial y, en consecuencia, la producción de CO<sub>2</sub>

crecerá a pesar de la preocupación general por su impacto climático. Además, las fuentes primarias renovables no están en condiciones de sustituir a los combustibles fósiles en varias décadas debido a los problemas económicos y logísticos asociados a la instalación a gran escala de sistemas de vectorización. De manera que cabe extraer las siguientes premisas:<sup>4</sup>

⊕ Es un objetivo obvio e inmediato reducir los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

⊕ A largo plazo, la energía solar será la fuente primaria dominante, con una participación menor de la energía eólica e hidráulica.

⊕ La transición a la situación final de equilibrio llevará décadas y los combustibles fósiles seguirán siendo la principal fuente de energía.

⊕ El desarrollo de tecnologías eficientes de captura de CO<sub>2</sub> es una cuestión crítica que debe lograrse.

⊕ En el horizonte, en situación estacionaria, la baja eficiencia de los paneles solares y de los sistemas de vectorización hará necesario que se prevean plantas muy grandes.

⊕ Los grandes costos energéticos asociados a la instalación de dichas plantas y sistemas de vectorización serán sufragados, al menos inicialmente, por los combustibles fósiles.

⊕ En el futuro prevalecerán los valores EOREI (número de Registro e Identificación de Operadores Económicos, por sus siglas en inglés), más bajos y, por lo tanto, aumentarán los costos energéticos con el consiguiente malestar social.

⊕ Nuestra sociedad global se mueve actualmente sobre un delgado puente que debe cruzarse con enorme cautela: Hay que reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> mientras aumenta la demanda energética, los valores EOREI de los combustibles fósiles están bajando y los costos de la energía aumentarán

⊕ Debe alcanzarse un acuerdo internacional y mundial respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub> e imponer cargas económicas al uso de combustibles fósiles para compensar su impacto.

⊕ Los fondos obtenidos deben aplicarse a un fondo internacional para promover desarrollos tecnológicos y sostener un programa global para fomentar el uso racional de la energía.

En noviembre de 2022, se realizó la primera mesa redonda ministerial de alto nivel sobre la expectativa para antes de 2030, tuvo lugar en la Conferencia de la ONU sobre el Cambio Climático (COP27), con un llamamiento colectivo para aumentar urgentemente la acción y el apoyo al clima.<sup>5</sup>

Según el informe, el mundo está muy lejos de mantenerse por debajo de los objetivos de temperatura del Acuerdo de París. El informe muestra que el cumplimiento de los compromisos actuales por parte de los gobiernos nacionales aumentaría las emisiones en un 10,6 % para 2030 y pondría al mundo en la senda de un calentamiento de 2,5 °C para finales de siglo. La mayoría de las emisiones proceden generalmente del carbón, el gas y el petróleo. De acuerdo con lo anterior, la búsqueda de métodos eficientes para minimizar los efectos negativos de la contaminación no es sólo una tarea gubernamental, sino que la ciencia y la ingeniería deben proponer y aportar técnicas para reducir los factores causantes de este problema, como la eficiencia energética y las mejoras en el transporte,<sup>6</sup> ya que están de por medio la salud pública y la integridad de las personas; se requiere un trabajo consistente para obtener respuestas para la sociedad, a través del análisis de factores y con metodologías claras, ya que es un deber ético aportar evidencias sólidas que ayuden a resolver los problemas detectados.

En particular, para satisfacer sus necesidades de transporte, las instituciones oficiales de todo el mundo recurren a vehículos propulsados por motores de combustión interna (diésel y gasolina), debido principalmente a su rendimiento, robustez, operación sencilla y fácil mantenimiento; aunque estas supuestas ventajas del uso de combustibles fósiles predeterminan a las instituciones a operar sus vehículos con estos materiales, el impacto ambiental que generan es alto, considerando la emisión de partículas y gases contaminantes con base en el uso de estos medios, lo que representa un mayor riesgo para la salud de las personas y alteración del equilibrio ecológico; es decir, un aspecto negativo desde el punto de vista medioambiental. En la actualidad, esta situación tiende a

cambiar, incorporándose progresivamente a la matriz del transporte otras alternativas, como los vehículos eléctricos, los vehículos híbridos o los híbridos enchufables, que presentan una serie de ventajas asociadas a una mayor eficiencia energética y a la ausencia de emisiones contaminantes en su uso, aunque con limitaciones, como son: la autonomía, la disponibilidad de una infraestructura global para el proceso de carga o el tiempo de recarga del sistema de almacenamiento de energía. Se comprobó que el vehículo híbrido enchufable (PHEV) promueve la infraestructura "Vehicle-to-Grid (V2G)" y proporciona una baja emisión de carbono, definiendo diseños óptimos de automóviles en vehículos eléctricos.<sup>7</sup>

A partir del análisis de las afirmaciones anteriores, se esboza de forma heurística una revisión del "Estado del Arte" de la movilidad en vehículo eléctrico, con el objetivo de aplicar técnicas y buenas prácticas en vehículos, que eventualmente puedan dar respuesta a la pregunta "¿Es posible minimizar los efectos contaminantes de los vehículos a través de la movilidad eléctrica?" y, con ello, generar conocimiento y posibles propuestas de actuaciones futuras, factibles y sostenibles. La energía utilizada en el transporte proviene de dos tipos de fuentes: Renovables y No Renovables; estas últimas son muy conocidas, ya que se basan en insumos como carbón, petróleo y/o gas natural. Las alternativas renovables se enumeran a continuación:<sup>8</sup>

- ⊗ Biomasa: Combustión de masas arbustivas y residuos animales para producir calor y gas.
- ⊗ Hidráulica: Corrientes de agua que aprovechan la diferencia de altura (energía potencial) para hacer girar turbinas y generar electricidad.
- ⊗ Eólica: Captura del viento mediante turbinas para generar electricidad.
- ⊗ Geotérmica: Utiliza flujos de vapor térmico, provenientes de las entrañas de la tierra, para hacer girar turbinas y generar electricidad y calor.
- ⊗ Solar: Absorción y almacenamiento de la energía producida por el sol para generar electricidad y calor.
- ⊗ Combustible de hidrógeno: Utilización

de hidrógeno gaseoso mediante procesos electroquímicos para generar calor y electricidad.

⊕Nanotecnología: Utilización de las propiedades únicas de los materiales a escala atómica o molecular para producir electricidad.

Pero el problema medioambiental no es responsabilidad exclusiva de los gobiernos o del mundo académico, sino que afecta a toda la sociedad. Según la UE, la Comisión Europea<sup>9</sup> estima que los motores de combustión interna seguirán predominando en vehículos, a corto y medio plazo. El cambio mundial hacia una economía circular con bajas emisiones de carbono ha comenzado y su ritmo se está acelerando. Para garantizar que se pueda responder a las crecientes necesidades de movilidad de personas y mercancías, la estrategia de movilidad con bajas emisiones establece principios rectores claros y justos para que los Estados se preparen para el futuro.

Se han planteado las siguientes estrategias:

⊕Aumentar la eficiencia del sistema de transporte aprovechando al máximo las tecnologías digitales, la tarificación inteligente y fomentando aún más el cambio a modos de transporte con menos emisiones.

⊕Acelerar el despliegue de energías alternativas de bajas emisiones para el transporte, como los biocombustibles avanzados, la electricidad renovable y los combustibles sintéticos renovables, y minimizar los obstáculos a la electrificación del transporte.

⊕Avanzar hacia vehículos de emisiones cero. Aunque, paralelamente, habrá que seguir mejorando el motor de combustión interna

⊕Ofrecer incentivos a las energías y vehículos alternativos de bajas emisiones, fomentando el cambio modal hacia los desplazamientos activos (en bicicleta y a pie), el transporte público y/o los sistemas de movilidad compartida, como el uso compartido de bicicletas, automóviles y vehículos, para reducir la congestión y la contaminación.

⊕Igualmente, se debe aplicar el control de las emisiones al transporte aéreo y marítimo internacionales.

Los vehículos eléctricos pueden funcionar con fuentes de energía bajas en carbono, sus contaminantes atmosféricos son muy bajos y sus componentes pueden reciclarse, como es el caso de algunos modelos de vehículos, que reutilizan más del 90% de las baterías de sus vehículos híbridos (figuras 1 y 2), a través de empresas especializadas.



Figura 1.- Descripción simple de un vehículo híbrido



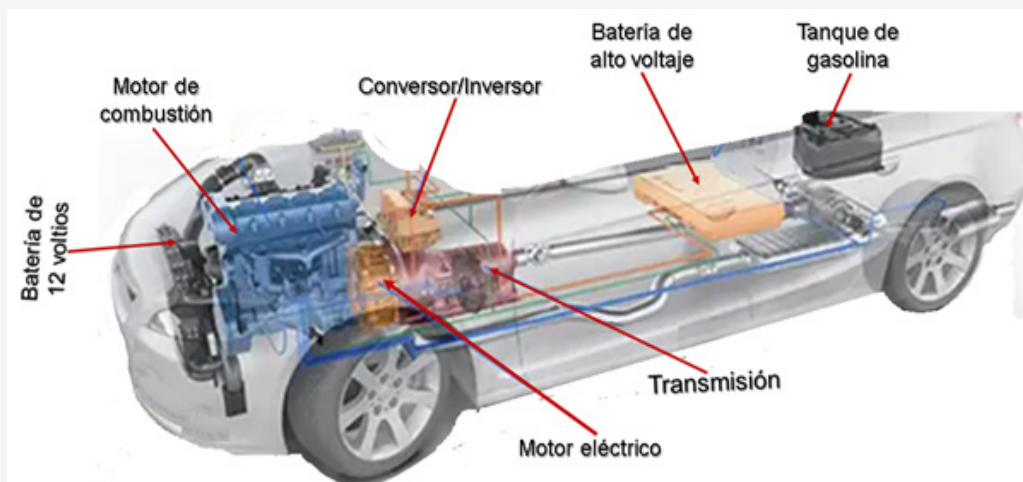


Figura 2.- Ensamblaje convencional de un vehículo híbrido

La figura 2, ofrece más detalles del ensamblaje de un vehículo híbrido clásico.

A través de un acuerdo con la Société Nouvelle D'Affinage des Métaux (Nueva Compañía de Refinado de Metales), se garantiza la adecuada ingeniería inversa mediante el tratamiento y reciclado de las baterías. Hay muchos tipos de baterías, y cada uno de ellas tiene su propia forma de recuperación y tratamiento. Aunque se trate del mismo tipo de batería, puede haber muchas formas de tratamiento. La gente también está tratando de hacer procedimientos más razonables para mejorar la recuperación y utilización de los componentes metálicos de las baterías usadas, y reducir así la contaminación del medio ambiente.<sup>10</sup>

Los vehículos ecológicos, incluidos los que pueden funcionar con electricidad, hidrógeno, biogás y biocombustibles, pueden contribuir significativamente a hacer realidad las prioridades de los Estados, que aspiran a desarrollar una economía basada en el conocimiento y la innovación, fomentando el uso eficiente de los recursos, con una perspectiva más ecológica y competitiva gracias a un crecimiento sostenible. Una vida social sana requiere buenos servicios de comunicación, transporte, seguridad, un medio ambiente limpio y accesibilidad a la energía.

Los objetivos de desarrollo sostenible no pueden alcanzarse únicamente aumentando la cuota de vehículos eléctricos; la transición

hacia una movilidad (verdaderamente verde) sólo será posible mediante la sostenibilidad de todo el ciclo de vida de esos vehículos (desde la extracción de materias primas para producir baterías, pasando por el suministro de energía, hasta el reciclaje de las baterías).<sup>11</sup>

Paralelamente, y por las razones antes expuestas, existe también una demanda creciente de captura, almacenamiento y suministro de energías renovables no contaminantes para satisfacer las demandas sociales. Se está trabajando en la captura, conversión, almacenamiento, suministro y utilización de estas energías. Hay avances importantes en captación de energías renovables, dispositivos de almacenamiento, sensores, detectores, dispositivos de suministro continuo, centrales eléctricas, procesos electrolíticos de interés,<sup>12</sup> además de celdas solares con materiales poliméricos; éstos tienen aplicaciones como materiales electrónicos, dispositivos optoelectrónicos (celdas electrocrómicas, celdas electroquímicas emisoras de luz, dispositivos fotoconductores),<sup>13</sup> materiales láser, baterías recargables en estado sólido y Supercondensadores.

Se está avanzando en el desarrollo de medios eficientes de almacenamiento de energía, en particular de hidrógeno, lo que unido a otros requisitos actuales, como la facilidad de transporte, la nula o baja producción de contaminantes en su uso, la aceptabilidad, las reservas ilimitadas, la combustión



completa, la eficiencia y la versatilidad de usos (combustible, motores, turbinas, baterías de combustible, etc.), y al hecho de que los actuales requisitos de protección del medio ambiente, así como el progresivo y cercano agotamiento de los combustibles fósiles, apoyan el creciente interés por su producción. Así, por ejemplo, las energías renovables se transforman y utilizan para su conversión en energía eléctrica para diversos usos y/o el almacenamiento de esta energía eléctrica en compuestos químicos, baterías y otros dispositivos. Existe la conversión de energía solar en energía eléctrica en celdas fotovoltaicas o fotoelectrolíticas y la conversión de energía solar en energía química (almacenamiento) en celdas electrolíticas.<sup>14</sup>

También está el suministro de energía a partir de las baterías y celdas de combustible ya desarrolladas; el estado actual de la tecnología de celdas de combustible de membrana polimérica (PEM) y su transporte portátil.<sup>15</sup> En el caso de la economía del hidrógeno, éste actúa como vector energético, capaz de almacenar y transportar energía procedente de fuentes renovables ya que su densidad energética (en peso) es superior a la de los combustibles fósiles convencionales, puede utilizarse como materia prima en celdas de combustible de alta eficiencia y, además, no emite gases de efecto invernadero. Cuando el hidrógeno se utiliza como combustible, el subproducto es agua y la combustión produce 39,5 kWh/kg de energía, de 2 a 3 veces más que el metano y la gasolina. Debido a su sencilla estructura química, pertenece a un pequeño grupo de combustibles que pueden utilizarse en celdas de combustible a bajas temperaturas, lo que lo hace apropiado como combustible para vehículos.

Otras vías de almacenamiento de energía de interés para el transporte (vehículos eléctricos) son las celdas de combustible, las baterías de Li y las baterías redox (por ejemplo, de vanadio).

### **Descripción del problema**

El sector del transporte es una de las actividades que genera mayores niveles de

emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita y por unidad de Producto Interno Bruto (PIB).<sup>16</sup> La Agencia Internacional de Energía (AIE), advirtió que las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> podrían alcanzar nuevos récords en 2023 por los esfuerzos insuficientes en el desarrollo de energías renovables en los planes de recuperación económica postpandemia.

Por ejemplo, en las economías más avanzadas, las emisiones del sector del transporte<sup>17</sup> representan el 30%. Esto abre una gran oportunidad, ya que pueden introducirse fuentes de electricidad limpias y asequibles. Este sector es el mayor consumidor de combustibles fósiles y las economías de algunos países dependen en gran medida de este recurso. Además de los beneficios globales de reducir la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, así como las emisiones de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, la electrificación del transporte puede contribuir a reducir los contaminantes ambientales. Una evaluación del transporte híbrido eléctrico y eléctrico puro en funcionamiento, ha demostrado el impacto de la electromovilidad<sup>18</sup> en la reducción de la contaminación local.

Hoy día, es válido considerar un enfoque pluralista que ofrezca diversas soluciones para la electromovilidad. Los expertos en la materia creen que aumentará la diversificación de combustibles y sistemas de propulsión. Según los estudios realizados por un instituto de investigación alemán, la aplicación de las ventajas de los nuevos combustibles y motores se aprovechará primero en los vehículos urbanos. Se espera que la demanda de vehículos eléctricos o híbridos hasta 2050,<sup>19</sup> sea de unos 8 millones, lo que supone el 17% del volumen actual del parque automovilístico. En 2020, las ventas mundiales de vehículos eléctricos aumentaron un 38% a pesar de un descenso del 20% en todas las ventas de automóviles. Las normativas sobre emisiones en Europa Occidental consiguieron duplicar la adopción de vehículos eléctricos a pesar de la coronavirus.<sup>20</sup>

La electromovilidad representa una gran oportunidad para la vida cotidiana en el mundo. La investigación sobre

ciberseguridad incluye la evaluación tanto del software como del hardware, el análisis de vulnerabilidades en sistemas de red reales y simulados, y el desarrollo de tecnología para la seguridad de la energía distribuida. Su aplicación contribuirá a aumentar la seguridad y resistencia energéticas,<sup>21</sup> ayudará a reducir los efectos negativos sobre la salud causados por la contaminación local, mejorará los servicios de transporte y electricidad y contribuirá al proceso de descarbonización del medio ambiente.<sup>22</sup> Además, abre la oportunidad de desarrollar nuevas cadenas de valor en la industria digital, automovilística y energética, así como de generar puestos de trabajo de alto valor agregado.

### **Uso de energía procedente de fuentes renovables.**

La energía es la capacidad de los cuerpos para producir trabajo mecánico, emitir luz, producir calor y generar electricidad, entre otras formas. La mayor parte de la energía que se consume actualmente para actividades industriales, domésticas y de transporte, entre otras, procede de fuentes no renovables como la nuclear o de combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural o el carbón. Sin embargo, existe la alternativa de utilizar otros tipos de energía procedentes de fuentes naturales como el viento, el sol, el mar, la tierra o el agua. De hecho, toda la energía disponible procede del sol,<sup>23</sup> el sol produce el viento, la evaporación de las aguas superficiales, la formación de nubes, las precipitaciones, etc.

Su calor y su luz son la base de numerosas reacciones químicas esenciales para el desarrollo de plantas y animales, cuyos restos, a lo largo de los siglos, han dado lugar a los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural. Vivimos una época en la que la humanidad debe decidir qué tipo de energía utilizar de forma masiva para salvar el planeta. Las fuentes de energía renovables se presentan como la gran solución para el futuro de la Tierra porque se generan con infinitos materiales que se encuentran en la naturaleza y se regeneran fácilmente. Además, producirlas es mucho

menos contaminante que las fuentes de energía no renovables, aunque, debido a su escasa popularidad, siguen siendo más costosas de producir y requieren la creación de infraestructuras a gran escala que pueden afectar a los ecosistemas naturales si no se toman precauciones.

Las energías renovables son aquellas cuyo potencial es inagotable, ya que proceden de la energía que llega continuamente a nuestro planeta, como consecuencia de la radiación solar. El crecimiento de las energías renovables está en auge, como reflejan las estadísticas que proporciona anualmente la Agencia Internacional de la Energía (AIE)<sup>24</sup> que cada año incluye una previsión del consumo energético en los países miembros, informa que la cuota de las renovables en el suministro eléctrico mundial pasará del 26% en 2018 al 44% en 2040, y aportarán 2/3 del incremento de la demanda eléctrica en ese periodo, principalmente a través de las tecnologías eólica y fotovoltaica.

La 6ª edición de Energy Transition Outlook<sup>25</sup> combina la previsión de "mejor estimación" para la transición energética con un "Camino hacia las emisiones netas cero". El "Energy Transition Outlook de DNV" es ampliamente consultado por la industria energética y los responsables políticos. En el informe se puede explorar la evolución de: demanda de energía por sector y fuente, electricidad e hidrógeno, escalado de las energías renovables por tecnología, suministro energético y combustibles fósiles, eficiencia energética por sectores, gasto energético, factores políticos que impulsan la transición, emisiones e implicaciones climáticas, el camino hacia las emisiones netas cero, transición en 10 regiones del mundo.

La transición a un sistema energético basado en tecnologías renovables tendrá efectos muy positivos en la economía y el desarrollo mundiales. Según IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables),<sup>26</sup> para alcanzar el Acuerdo de París es necesario duplicar la cuota de las energías renovables en la generación de electricidad hasta alcanzar el 57% a nivel mundial en 2030. Esto requiere aumentar la inversión

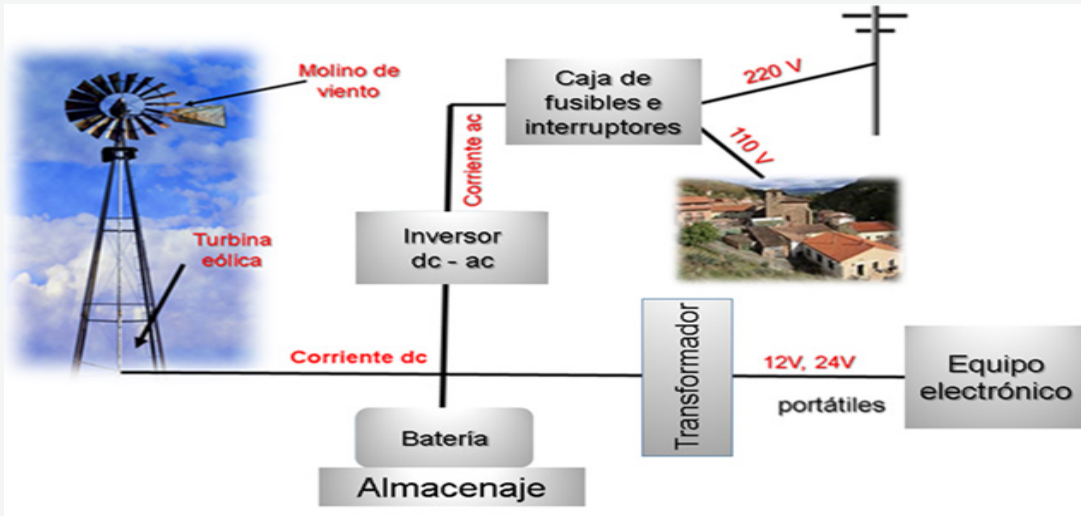


Figura 3.- esquema de funcionamiento de un sistema eólico

anual en energías renovables de los 330.000 millones de dólares actuales a 750.000 millones, impulsando la creación de empleo y el crecimiento ligado a la economía verde.

### Algunas energías limpias y sus fuentes.

#### Energía eólica.

Es la energía proveniente de la fuerza del viento, a partir del aire que fluye naturalmente en la atmósfera terrestre.<sup>27</sup> Al ser un recurso renovable que no se agota con el uso, su impacto en el medio ambiente y la crisis climática es mucho menor que la quema de combustibles fósiles. La figura 3 muestra un esquema de funcionamiento de un sistema eólico.

#### Energía solar térmica

Es la energía solar que ofrece el calor irradiado por el sol, en el intervalo de la radiación infrarroja del espectro electromagnético<sup>28</sup> (figura 4).

#### Energía solar fotovoltaica

Es la energía solar que ofrece la radiación vis-ultravioleta del sol, en el espectro electromagnético,<sup>29</sup> mediante el efecto fotoeléctrico. (figura 5).

Se genera en los paneles aprovechando el efecto fotoeléctrico para generar corriente eléctrica continua, la cual se puede convertir a corriente alterna para ser suministrada a la red nacional.



Figura 4.- Energía solar térmica



Figura 5.- Energía solar fotovoltaica

### Energía hidroeléctrica

Obtenido por el caudal de ríos y arroyos de agua dulce<sup>30</sup> se produce, normalmente, en presas (figura 6).

### Energía Geotérmica

Nace en el corazón de la tierra.<sup>31</sup> Aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre, normalmente volcánicos, para generar energía a través del calor (figura 7). Este calor calienta el agua (u otro fluido), que hace girar la turbina de un generador, produciendo electricidad. También se puede obtener energía eléctrica mediante las rocas secas y calientes, bombeando agua a través de las rocas calientes (en lugar de utilizar el calor para calentar el agua y hacer girar la turbina).

### Energía Mareomotriz

Aprovecha la fuerza de las mareas para la producción de energía eléctrica con el uso de un alternador. Es energía renovable obtenida de una fuente primaria, no se puede agotar por su explotación, por eso, se está constituyendo como una alternativa a los combustibles fósiles.

La energía mareomotriz se genera a través de grandes turbinas sumergidas bajo el mar que giran por la fuerza de las mareas. La rotación de las hélices de las turbinas produce energía, esta energía es trasladada a alternadores para convertirla en electricidad (figura 8). También se puede generar con presas de gran longitud (situadas bajo el agua) que giran por el empuje de las

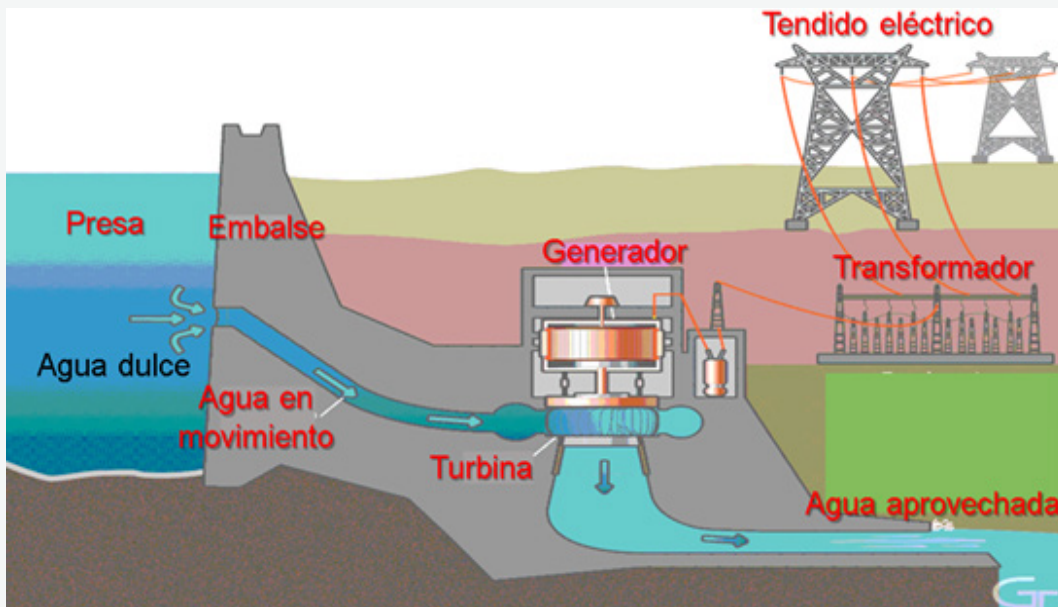


Figura 6.- Energía Hidráulica o Hidroeléctrica



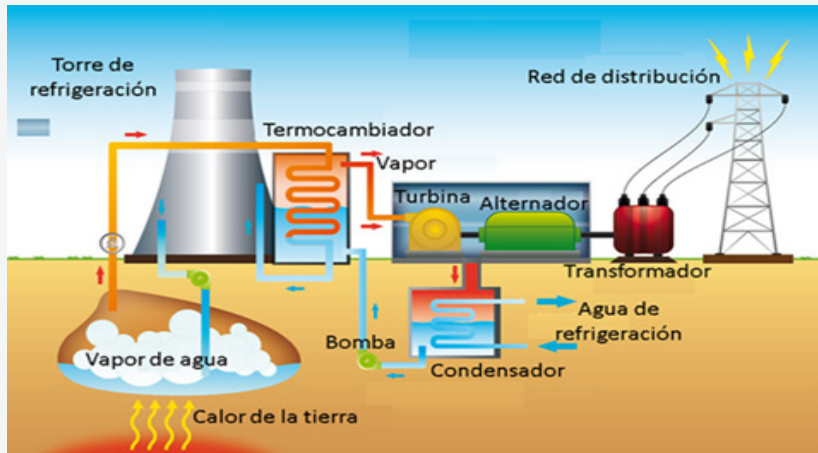


Figura 7.- Planta de Energía Geotérmica

corrientes marinas, aprovechando así la energía cinética del agua.<sup>32</sup>

### Energía Undimotriz

Es la energía que permite obtener corriente eléctrica a partir de energía mecánica producida por el movimiento de las olas. Se compone de energía cinética y mecánica que se transforman en energía eléctrica mediante diferentes técnicas, según el tipo de tecnología que emplee cada central. Se obtiene a partir de fenómenos naturales por lo que es una fuente de energía renovable y limpia (figura 9). El calentamiento del agua depende de la radiación del sol y el tamaño de las olas del mar y de la velocidad del viento. Además, los métodos que se utilizan para extraerla y transformarla en electricidad son respetuosos con el medio ambiente.<sup>33</sup>

### Principales objetivos de la electromovilidad

El aumento de la producción de energía, para satisfacer las necesidades de consumo actuales, es esencial para la vida en el planeta. La vida sedentaria del pasado ya ha desaparecido, y ahora, las fuentes de energía resultan insuficientes y problemáticas para la sociedad y la satisfacción de sus necesidades.

El término electromovilidad,<sup>34</sup> en el desarrollo práctico está íntimamente relacionado con el transporte, en su expresión más amplia; el término es aceptado, ganando popularidad y atención práctica por parte de la población. Así pues, la electromovilidad se refiere a la



Figura 8. - Energía Mareomotriz





Figura 9.- Energía Undimotriz

implementación de vehículos de transporte eléctricos eficientes, no contaminantes, seguros y accesibles. Paralelamente, y por las razones antes expuestas, existe también una demanda creciente de captura, almacenamiento y suministro de energías renovables no contaminantes para satisfacer las demandas sociales. Se está trabajando mucho en esos aspectos.<sup>35</sup>

### Electromovilidad e impacto medioambiental

La contaminación ambiental,<sup>36</sup> es generada principalmente por la actividad humana y esto está produciendo graves consecuencias al ser humano y a los ecosistemas que habitan el planeta. A modo de ejemplo, se pueden citar los siguientes:

- ⊕ Problemas cardiovasculares, respiratorios, visuales, cutáneos, cáncer, entre otros.
- ⊕ Alteraciones en el proceso evolutivo de la vegetación, inhibición del proceso fotosintético y disminución de la producción de alimentos.
- ⊕ Cambios en el clima y efecto invernadero.
- ⊕ En cuanto al transporte vehicular, se ha prestado atención a los asuntos relacionados con los gases de escape,<sup>37</sup> el ruido y la emisión de olores.

Los principales gases contaminantes son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y los hidrocarburos (CH), todos ellos muy nocivos para el cuerpo humano. La presencia en la atmósfera de hidrocarburos ligeros (olefinas, benzopireno) y hollín se debe principalmente al transporte de

vehículos y a los procesos industriales. Los ruidos se atribuyen principalmente al motor y al tubo de escape. La mayoría de los vehículos eléctricos son conocidos por no emitir gases contaminantes y de efecto invernadero a la atmósfera. Son vehículos que no necesitan ningún tipo de combustible para funcionar, ya que basta con cargar las baterías. El vehículo eléctrico puro se conecta a la red para recargar sus baterías.

La recarga eléctrica<sup>38</sup> puede realizarse en el garaje de casa con un enchufe convencional (3-10h), o con uno de mayor potencia, reduciendo el tiempo de carga a la mitad; de esta forma el ciclo de carga varía, dependiendo del modelo de vehículo y del tipo de recarga. La recarga se puede realizar en puntos públicos (estaciones eléctricas que son subestaciones de carga en los grifos para vehículos eléctricos, se tarda entre 20 minutos y 1,5 horas),

Algunos vehículos disponen de aplicaciones digitales que permiten la gestión remota de la recarga,<sup>39</sup> En cuanto a la tecnología híbrida, es menos ruidosa y menos contaminante que el actual sistema de motor de combustión, hay un alto porcentaje de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (aunque no total) y actualmente se puede considerar como transitoria, mientras se resuelven limitaciones como la autonomía en los vehículos eléctricos y otros problemas.

En resumen, se puede afirmar que la aparición de los vehículos eléctricos supondrá grandes aportes a la solución de problemas de contaminación ambiental,

salud, cambio climático, efecto invernadero, acceso a la energía, ahorro monetario, etc. También es necesario destacar que aún queda mucho trabajo por hacer, como la implementación de un transporte eficiente, accesible, limpio, seguro, cómodo, de bajo costo, sin ruidos y sin emisiones.

Se pueden mencionar algunos objetivos importantes de la electromovilidad:

⊕ Debe ofrecerse al público unidades de transporte limpias, eficientes y generalmente aceptadas.

⊕ Debe existir una infraestructura adecuada para garantizar el suministro de energía a los vehículos desde las estaciones y la red eléctrica pública, así como ofrecer la opción de utilizar energía eléctrica almacenada y/o energía producida a partir de fuentes de energía renovables.

⊕ Se debe exigir a las autoridades competentes que trabajen para optimizar los mecanismos de reducción de las emisiones de gases contaminantes, minimizando así los cambios de temperatura ambiental y la presencia de otros contaminantes. De esta forma, se pueden alcanzar mejoras en el clima y el medio ambiente. La recarga del vehículo puede hacerse desde casa, la oficina o una estación de servicio.<sup>40</sup>

⊕ Generan ahorros en el consumo de combustible y en el mantenimiento de los vehículos.

⊕ El costo de las baterías también ha ido disminuyendo.

⊕ No presentan vibraciones ni sonidos durante la conducción.

⊕ La eficiencia de un motor eléctrico es alta ( $\approx 96\%$ ), en comparación con el motor de combustión (35 a 40%).<sup>41</sup> El vehículo eléctrico acelera más rápido que un vehículo con motor de combustión de potencia similar. Puede arrancar a velocidad máxima.

⊕ Durante el frenado, el motor puede funcionar como generador de corriente para recargar la batería.

⊕ A diferencia de los vehículos convencionales, el motor eléctrico no funciona en parado.

⊕ El motor de propulsión del vehículo eléctrico es más sencillo que el motor de combustión, se eliminan algunas piezas del vehículo (caja de cambios, embrague,

silenciador, etc.).

⊕ Se está trabajando en la cantidad de energía almacenable y en el tiempo de recarga de la batería (por ejemplo, cambio de batería), con resultados favorables.<sup>42</sup>

⊕ Es necesario desarrollar y aumentar el número de estaciones públicas de recarga de vehículos.

Se necesita y desarrolla un transporte eficiente, limpio y accesible, comprometido con el medio ambiente, el bienestar y la salud de las personas, y que permita crear mejores espacios urbanos. Es necesario tomar precauciones a la hora de distribuir y consumir los recursos de la Tierra. El uso actual del gas natural y de los combustibles fósiles, combinado con el aumento de la población mundial, ha provocado el abuso y el agotamiento de los recursos de la tierra.

Los efectos sobre el medio ambiente son agotadores y amenazan la sostenibilidad de la Tierra. La forma en que se ha venido consumiendo los combustibles fósiles es muy preocupante; y lo peor es que, durante las dos últimas décadas el consumo de combustibles fósiles ha aumentado. Las reservas de petróleo en todo el mundo están disminuyendo, y la producción de energía depende actualmente en exceso del petróleo y los combustibles, que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero. La liberación de contaminantes a la atmósfera tiene serias consecuencias, entre ellas el calentamiento global; por ello, ¡es necesario proteger el planeta Tierra incorporando a nuestra vida cotidiana fuentes de energía renovables y respetuosas con el medio ambiente! Las energías renovables<sup>43</sup> son poco contaminantes e inagotables, contribuyen al desarrollo de tecnologías propias y son necesarias para la electromovilidad. Estos recursos energéticos renovables no se agotan, a diferencia de los combustibles fósiles y el gas, e incluyen la energía eólica y la solar.

Los vehículos eléctricos desempeñan un papel importante en el cambio gradual hacia una sociedad con bajas emisiones de carbono. Sin embargo, el impacto de la electromovilidad en un sistema eléctrico incluye diferentes problemas de calidad de

la energía que deben minimizarse. El uso de energías renovables ayuda a reducir los efectos adversos del proceso de carga de los vehículos eléctricos en el sistema eléctrico. La implementación generalizada de la electromovilidad está asociada a un aumento de la demanda de electricidad.<sup>44</sup>

La carga de los vehículos eléctricos podría suponer una amenaza para la red eléctrica en términos de carga adicional. Una red adecuada es crucial para un sistema eléctrico robusto y fiable con múltiples estaciones de carga que dispongan de varios puntos de recarga. Las nuevas topologías de cargadores de baterías y la aplicación de filtros de potencia activos pueden aliviar o casi eliminar el efecto adverso de la carga de vehículos eléctricos.

El transporte es responsable de casi el 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero y es la principal causa de contaminación atmosférica en las ciudades; casi el 90% de los habitantes de las ciudades están expuestos a niveles de contaminantes atmosféricos considerados nocivos por la Organización Mundial de la Salud, y aproximadamente el 95% de los vehículos que circulan por las carreteras siguen utilizando combustibles fósiles. Por tanto, las políticas de transporte aplicadas se enfrentan a la necesidad de reducir la influencia negativa del transporte sobre las personas y el medio ambiente.

La electromovilidad se ha convertido en uno de los conceptos que permiten alcanzar este objetivo. Su principal objetivo es reducir las emisiones de sustancias nocivas al medio ambiente mediante el despliegue de vehículos eléctricos. Algunos investigadores han demostrado que el transporte público puede contribuir a reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera y convertirse en un motor importante para la implementación de la electromovilidad en las ciudades. Sin embargo, la consecución de este objetivo depende de la adopción de medidas adecuadas no sólo en el sector del transporte, sino también en otros sectores de la economía. Los autobuses son un eslabón importante de la cadena de movilidad multimodal. También constituyen

una herramienta para la aplicación de una política de transporte sostenible y, por lo tanto, pueden y deben ser una herramienta para la electromovilidad. Los autobuses y taxis tienen la huella de carbono por pasajero más baja de todas las formas de transporte motorizado. La electromovilidad es una de las soluciones destinadas a reducir las molestias relacionadas.

La popularización de los vehículos eléctricos e híbridos de batería es actualmente uno de los retos a los que hay que hacer frente. El aumento del número de vehículos eléctricos puede definirse como acumulativo, ya que se verá facilitado por: la normativa legal que promueve el transporte eléctrico, la reducción de los precios de los vehículos derivado del desarrollo tecnológico y la producción en serie. Cabe esperar que en varias décadas los vehículos eléctricos sean los dominantes en el ámbito del transporte privado, y dentro de una docena de años la cuota de vehículos propulsados por energía eléctrica será mucho más significativa que en la actualidad. La cantidad de demanda de energía y su variabilidad, con las condiciones actuales y previstas para el desarrollo de la infraestructura de generación<sup>45</sup> (incluida la cuota de cada una de las tecnologías de generación de energía) y la red del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), son los principales determinantes de la estabilidad y fiabilidad del sistema eléctrico nacional y, portanto, del nivel de seguridad del suministro eléctrico. Que la introducción de vehículos eléctricos sea o no sostenible en las megaciudades depende de muchas condiciones locales, como la combinación energética, el clima y el flujo de tráfico. El Índice de Potencial de Electromovilidad (EMPI) es una herramienta innovadora para evaluar de antemano cada ciudad. La metodología y la estructura de este índice tienen un enfoque de aplicación universal.

### **Vehículos eléctricos**

Se están realizando estudios sobre las normas aplicables a los vehículos eléctricos, que incluyen normas de carga, normas de integración en la red y normas de seguridad. Se resume la infraestructura de recarga de los vehículos eléctricos, incluida la

infraestructura de alimentación, control y comunicación, así como las repercusiones de la integración de los vehículos eléctricos en diferentes aspectos de los sistemas eléctricos y las técnicas de integración de los vehículos eléctricos en la red. Por último, se presentan retos y sugerencias para el desarrollo de futuros vehículos eléctricos.<sup>46</sup>

La creciente popularidad de los vehículos eléctricos exige la creación de más estaciones de recarga, lo que afecta significativamente a la infraestructura de la red eléctrica. Se están desarrollando diferentes estrategias de recarga, y métodos de integración en la red, para minimizar los efectos adversos de la recarga de vehículos y reforzar los beneficios de la integración a la red de los vehículos eléctricos. Tecnológicamente, los vehículos eléctricos pueden clasificarse de la siguiente manera:

⊕ Vehículos eléctricos de batería al cien por cien: son vehículos eléctricos de batería, que se mueven mediante uno o varios motores eléctricos alimentados por una batería, que puede recargarse de la red. Estos vehículos no tienen emisiones.<sup>47</sup>

⊕ Vehículos eléctricos de hidrógeno: Funcionan mediante celdas de combustible.<sup>48</sup> La diferencia con los vehículos cien por cien eléctricos es que la energía que utilizan sus motores eléctricos procede de una reacción química que tiene lugar en el interior de la celda de combustible, alimentada por hidrógeno y oxígeno: éste se oxida, perdiendo electrones que son captados para generar una corriente eléctrica que mueve el motor eléctrico.

⊕ Vehículos eléctricos de autonomía extendida: están equipados con un motor de combustión de gasolina acoplado a uno o varios motores eléctricos. En este caso, el motor de combustión no impulsa las ruedas del vehículo, sino que funciona como generador eléctrico para recargar la batería, que, a su vez, alimenta el motor eléctrico que impulsa las ruedas. Además, esta batería puede conectarse a la red para recargarse. Cuando la batería está suficientemente cargada, el motor de gasolina se para y el vehículo se desplaza sin emisiones. Por tanto, pueden considerarse vehículos eléctricos.

⊕ Vehículos híbridos enchufables: tienen un motor de combustión, normalmente de gasolina, acompañado de un motor eléctrico.<sup>49</sup> Ambos motores son capaces de mover el vehículo por sí solos y también combinados.

⊕ Los vehículos eléctricos híbridos (VEH) y los vehículos eléctricos de batería (VEB), con un potencial de mayor eficiencia energética, están ganando popularidad y sustituyendo gradualmente a los vehículos convencionales.

⊕ Los vehículos eléctricos de autonomía extendida (EREV, por sus siglas en inglés) son un subconjunto de estos nuevos vehículos energéticos cuyo objetivo es obtener beneficios tanto de los VEH como de los VEB y ofrecer una solución para reducir las emisiones del tubo de escape al tiempo que proporcionan una autonomía de conducción satisfactoria en comparación con los vehículos tradicionales con motor de combustión interna (ICE, por sus siglas en inglés).<sup>50</sup> Se está desarrollando y analizando una estrategia en un entorno de modelización.<sup>51</sup>

⊕ Vehículos híbridos no enchufables: son mecánicamente similares a los enchufables con la diferencia de que en este caso la batería que alimenta el motor eléctrico es muy pequeña y sólo puede recargarse con el motor de combustión. La autonomía eléctrica de este tipo de vehículos es muy baja, en torno a un kilómetro. Su principal ventaja es que reducen el consumo, sobre todo en trayectos urbanos.

### **Gama de vehículos eléctricos**

Se ha realizado una evaluación del estado del arte de las estrategias de gestión de la energía en relación con las gamas de vehículos eléctricos. Para hacer frente a los urgentes retos medioambientales de la contaminación atmosférica relacionada con el transporte y la escasez de energía, los vehículos eléctricos híbridos (VEH) y los vehículos eléctricos de batería (VEB) con potencial para una mayor eficiencia energética están ganando popularidad y sustituyendo gradualmente a los vehículos convencionales. Los vehículos eléctricos de autonomía extendida (EREV, por sus siglas en inglés) son un subconjunto de



estos nuevos vehículos energéticos que pretenden beneficiarse tanto de los HEV como de los BEV y ofrecer una solución para reducir las emisiones del tubo de escape a la vez que proporcionan una autonomía de conducción satisfactoria en comparación con sus homólogos tradicionales con motor de combustión interna (ICE). Es importante el desarrollo actual de los EREV en cuanto a la estructura de la cadena cinemática, la gestión de la energía y el rendimiento del vehículo, centrándose en áreas como el control de carga de la unidad de potencia auxiliar (APU) y la gestión de la energía del sistema de almacenamiento de energía (híbrido) ((H)ESS).<sup>52</sup>

La selección, el dimensionamiento y la gestión de un sistema de almacenamiento de energía para un vehículo eléctrico (VE) son fundamentales a la hora de considerar su implementación a gran escala. La naturaleza complementaria de la batería y el ultracondensador (UC) hace de esta combinación un sistema híbrido de almacenamiento de energía (HESS) adecuado para el VE, ya que la relación entre la demanda de potencia máxima y media es muy alta, especialmente en una conducción urbana caracterizada por aceleraciones y desaceleraciones frecuentes. Una UC del tamaño adecuado combinada con el paquete de baterías proporciona la alta densidad de potencia necesaria, así como una alta densidad de energía. El HESS hace que el VE sea más eficaz, con una respuesta dinámica

mejorada, más kilómetros por carga y una mayor duración de la batería. Se ha descrito una estrategia de gestión de la energía basada en un control de lógica difusa que emplea la UC para aliviar a la batería de las corrientes de descarga máxima, así como de las corrientes de carga rápida. La unidad de acondicionamiento de potencia limita la corriente de la batería, así como su tasa de cambio, manteniendo el estado de carga de la UC en los límites deseados.<sup>53</sup>

Los vehículos eléctricos de batería (BEV) tienen el potencial de resolver los futuros problemas relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos de pasajeros y comerciales y establecer la independencia de los recursos de combustibles fósiles que se están agotando. La figura 10 muestra ejemplares de vehículo eléctricos disponible en el mercado.

### Impacto de la electromovilidad en la red eléctrica inteligente

La red inteligente se encarga de la eficiencia energética y del medio ambiente, siendo una contramedida a las devastaciones del territorio que puede originar los combustibles fósiles que alimentan las redes eléctricas convencionales.<sup>54</sup> Se han reportado resultados referidos al desarrollo de una herramienta de co-simulación de tráfico y redes eléctricas para la planificación de la electromovilidad, plataformas para servicios



Figura 10.- Prototipos de vehículos eléctricos (aire, mar y tierra) en el mercado



de recarga, y arquitecturas de comunicación y gestión de servicios que soportan la interoperabilidad y otras cualidades necesarias para la implementación del marco de redes inteligentes. Para cada contribución, hay que describir las características interdisciplinarias de los enfoques propuestos.<sup>55</sup> Uno de los principales problemas es la escasez de infraestructuras adecuadas; de hecho, el escaso número de estaciones de recarga públicas que hay actualmente en funcionamiento en varios países, plantea un problema de saturación y disponibilidad.

Además, los conductores particulares suelen sentirse escépticos ante un cambio tan grande en sus hábitos. Una de las razones más notables es la ansiedad por la autonomía, por la que los conductores temen tener un nivel de batería demasiado bajo para llegar a su destino. Desde el punto de vista de los vendedores de energía, la movilidad eléctrica es una nueva fuente de consumo y puede suponer un profundo impacto en la red de distribución. Inicialmente se han realizado escasos y pequeños esfuerzos para evitar problemas como la saturación de las estaciones de recarga. Para programar correctamente las recargas en las estaciones de carga públicas, es necesaria una infraestructura de reservas que evite la insatisfacción de los usuarios y las colas de espera inútiles. Con la llegada y la difusión de los dispositivos inteligentes, se ha fomentado en gran medida una solución de este tipo. Se ha introducido un servicio de re direccionamiento que utiliza, en gran medida, el concepto de reservas y equilibrio de carga, demostrando que, a costa de un viaje ligeramente más largo, una correcta programación de los vehículos redundará en un beneficio global. Por ello, es conveniente dejar al usuario tomar decisión sobre qué estación elegir.<sup>56</sup>

Durante muchos años, la industria automovilística mundial ha reorientado sistemáticamente el desarrollo de los sistemas convencionales de propulsión de vehículos hacia otros nuevos. Los vehículos eléctricos (VE) representan un nuevo concepto de movilidad urbana y son uno de los modos de transporte individual

más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, especialmente si la electricidad se genera a partir de energías renovables (FER). Un mayor uso de los VE en el transporte requiere inversiones en el desarrollo y la construcción de infraestructuras -la red eléctrica y las estaciones de recarga-, así como el desarrollo de políticas reguladoras y de mercado. Una de las áreas más importantes de investigación y desarrollo tecnológico es una red eléctrica avanzada, que en última instancia se reduce a integrar las FER y los VE en el sistema eléctrico para mantener su fiabilidad y estabilidad. Por todo ello, es necesario considerar el impacto de las estaciones de recarga de VE en la red de distribución eléctrica a la luz de diferentes escenarios de electromovilidad.<sup>57</sup>

La electromovilidad y, por tanto, los vehículos eléctricos (VE) pueden describirse como una oportunidad importante para reducir los costos de transporte, disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases nocivos a la atmósfera, evitar el smog, pero, sobre todo, crear demanda de un nuevo producto. Por ello, en los últimos años, el interés por la electromovilidad ha crecido de forma dinámica en todo el mundo. No obstante, la citada Directiva del Parlamento de la UE no sólo se refiere a la electromovilidad, sino a todos los combustibles alternativos. Cada vez son más los particulares que invierten en este tipo de fuente de energía y utilizan el suministro "propio" con la posibilidad de almacenarlo en la red eléctrica.

Según la fuente, en septiembre de 2020, la capacidad fotovoltaica instalada en el Sistema Eléctrico Nacional era de 2.528,371 MW y es 267,024 MW superior a la de un mes antes.<sup>58</sup> Aunque estos datos incluyen todas las instalaciones fotovoltaicas comunicadas a las empresas distribuidoras, conectadas tanto a redes de media como de baja tensión, se puede observar la gran demanda que tiene esta fuente de energía alternativa. Las soluciones en el campo de la energía fotovoltaica no sólo abastecen a viviendas unifamiliares, sino también a la energía producida para un particular que simultáneamente produce electricidad y la utiliza para sus propias necesidades<sup>59</sup> (aquí en una instalación

fotovoltaica)<sup>60</sup> necesidades de empresas y para fines públicos (parquímetros, paneles informativos). Una de las aplicaciones más populares que combinan la energía fotovoltaica y los vehículos eléctricos son los aparcamientos para vehículos, utilizados para cargar vehículos eléctricos con la energía producida por paneles fotovoltaicos. Hay muchas áreas comunes para estas dos tecnologías, además de los aparcamientos mencionados, se trata principalmente de la implementación del proceso de carga.

Por supuesto, existen barreras que frenan la expansión de los VE, pero gracias a las modernas tecnologías también facilitan el desarrollo del mercado. Se ha hablado sobre todo de la falta de infraestructuras de recarga, los precios de los vehículos eléctricos, la duración de las baterías y la cooperación con la red eléctrica. La energía fotovoltaica empieza a corresponderse bastante con la electromovilidad - la realización del proceso de carga parece ser el primer pensamiento donde ambas tecnologías pueden buscar una correlación mutua. Al realizar el proceso de carga con la energía producida por la instalación, se baja el precio del proceso y se puede utilizar el excedente de la energía producida durante el día.

### **Sistemas de carga**

Las instalaciones de carga son necesarias para apoyar la rápida popularización de los vehículos eléctricos. Además de las baterías de carga fijas generalizadas, recientemente se ha propuesto y estudiado un nuevo servicio de carga que permite a los cargadores móviles cargar vehículos eléctricos. Este estudio pretende analizar cuantitativamente y diseñar un sistema con servicios de recarga fijos y móviles. Primero hay que desarrollar un modelo de equilibrio en un plano homogéneo para capturar los comportamientos de los clientes, examinar la existencia y unicidad del estado de equilibrio, y proponer un algoritmo convergente para resolver el modelo.

Se puede establecer un modelo para formular el diseño óptimo de proveedores de servicios en un plano homogéneo como un problema de programa entero mixto (PIM)

y ampliar el modelo que permite resolver el caso con un plano heterogéneo.<sup>61</sup> Las pruebas numéricas del modelo de equilibrio muestran que el algoritmo puede converger rápidamente a la solución de equilibrio, y a partir de las pruebas numéricas del diseño óptimo modelo,<sup>62</sup> se puede identificar algunas ideas de gestión para el diseño del sistema híbrido de tarificación. Un sistema integrado de distribución de energía y recarga de vehículos eléctricos (VE) bien diseñado no sólo reducirá los costos de inversión y explotación del sistema en cuestión, sino que también fomentará la popularización de los VE respetuosos con el medio ambiente.

En este contexto, se requiere de una estrategia de planificación colaborativa multiobjetivo para abordar la cuestión de la planificación óptima en los sistemas integrados de distribución de energía y recarga de VE. Se espera que el costo anual global de la inversión y las pérdidas de energía sean minimizados simultáneamente con la maximización del flujo de tráfico anual capturado por las estaciones de carga rápida (FCS). Además, el modelo de asignación de tráfico basado en el equilibrio de usuarios (UETAM) se puede integrar para abordar el problema de la captura del máximo flujo de tráfico. Posteriormente, se debe emplear un algoritmo evolutivo multiobjetivo basado en la descomposición (MOEA/D) para buscar las soluciones no dominadas, es decir, la frontera de Pareto (El diagrama de Pareto es una técnica gráfica que permite analizar los datos obtenidos sobre las causas de un problema y ayuda a identificar cuáles son los aspectos más importantes a tratar). Se han presentado resultados de la planificación colaborativa de dos sistemas acoplados de distribución y transporte, y se han propuesto sistemas para ilustrar el funcionamiento del modelo y el método de solución propuestos.<sup>63</sup>

Las instalaciones de carga son necesarias para apoyar la rápida popularización de los vehículos eléctricos. Además de las baterías de carga fijas generalizadas, recientemente se ha propuesto y estudiado un nuevo servicio de carga que permite a los cargadores móviles cargar vehículos eléctricos. Se ha analizado cuantitativamente y diseñado

un sistema con servicios de recarga fijos y móviles, primero desarrollando un modelo de equilibrio en un plano homogéneo para capturar los comportamientos de los clientes, examinar la existencia y unicidad del estado de equilibrio, y proponer un algoritmo convergente para resolver el modelo. Esto permitiría establecer un modelo para formular el diseño óptimo de los proveedores de servicios en un plano homogéneo como un problema de programa entero mixto (PIM), ampliándose el modelo para resolver el caso de un plano heterogéneo.<sup>64</sup>

### **Carga con energía renovable adicional**

El sector del transporte es uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero. La electrificación simultánea de los vehículos y la inversión en fuentes de energía renovables (FER) son necesarias para mitigar estas emisiones. La introducción a gran escala de FER intermitentes como la solar y la eólica plantea retos a los operadores de servicios públicos. Esto ofrece la oportunidad de tener una flota de autobuses eléctricos con batería (BEB) “Vehicle-to-Grid” (V2G) para superar estos retos.<sup>65</sup>

Se ha desarrollado un modelo de optimización de Gurobi (es una suerte de tecnología de optimización de un software en la última etapa de su desarrollo) para simular la reacción de los operadores de red ante los cambios en los valores de carga y producción buscando el menor costo operativo en cada paso temporal. El modelo de optimización se integra con un modelo de consumo energético de BEB. Los dos modelos interactúan para mantener de forma óptima la carga necesaria para la flota de BEB y soportar la carga de la red. Sin ninguna estrategia de SC, el costo externo total de la red eléctrica y de las emisiones de los autobuses disminuye un 3,42%, y con las estrategias de SC estos costos caen un 5,64%.

Además, con las estrategias SC, el gestor de la empresa eléctrica ahorra el 22% de su costo diario en este caso práctico. En general, el estudio ofrece vías prácticas para

utilizar conjuntamente fuentes de energía renovables y alternativas de movilidad eléctrica.<sup>66</sup>

Con el aumento de la demanda de vehículos eléctricos, aumenta la necesidad de una infraestructura de recarga fiable para dar cabida a la rápida adopción pública de este tipo de transporte. La energía renovable, optimiza el pico de demanda de la red y hace eficientes las características de carga de la red. La bibliografía incluye varios estudios sobre el impacto de las cargas de recarga en la red. Por ejemplo, los impactos de los VE en la red de distribución, y los efectos de la infraestructura de carga a gran escala en la pérdida total del sistema. se utiliza un modelo probabilístico para investigar los impactos incrementales de la carga de VE en la red de distribución.<sup>67</sup>

Los vehículos eléctricos (VE) desempeñarán sin duda un papel importante a la hora de abordar los retos energéticos y medioambientales en la situación actual; sin embargo, el problema de la ubicación de las estaciones de recarga de VE se plantea como una de las cuestiones clave de la estrategia de lanzamiento de VE, mientras que para el caso de la ubicación de las estaciones de recarga de VE, es necesario tener en cuenta más factores de influencia y restricciones, ya que los VE tienen algunos atributos especiales. El tiempo mínimo de recarga de un VE suele ser superior a 30 minutos, por lo que el posible retraso debido a la espera o a la búsqueda de una estación disponible es uno de los factores de influencia más importantes.

Además, la intención de compra y uso de VE, que también afecta a la ubicación de las estaciones de recarga,<sup>68</sup> se distribuye de forma desigual entre las regiones y debe tenerse en cuenta a la hora de modelizar. Sin duda, los VE desempeñarán un papel importante a la hora de afrontar los retos de la seguridad energética y los problemas del cambio climático y la contaminación atmosférica urbana. Sin embargo, la falta de infraestructura de recarga ha inhibido la compra y el uso de los VE, y muchos estudios existentes han destacado las estaciones de recarga como una de las barreras más importantes para la promoción de los VE.<sup>69</sup>

Los países del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG) se han comprometido a aumentar la proporción de energías renovables (ER) en su combinación energética global para reducir la dependencia económica de los combustibles fósiles. Los gobiernos y las autoridades reguladoras de los países del CCG están muy abiertos a la adopción de tecnologías de ER eficientes y aplicables de nuevo desarrollo para cumplir sus objetivos individuales de implementación de energías renovables mediante la integración multisectorial (es decir, generación de electricidad, transporte público, industria de alto consumo energético o desarrollo de edificios ecológicos). Es importante considerar las aplicaciones potenciales de las innovaciones más recientes en tecnologías de energías renovables y también resumir las políticas y medidas existentes en el CCG para la implementación de las energías renovables.

La tecnología solar fotovoltaica (FV) es una fuente de energía sostenible ya consolidada y, aunque se ha visto restringida por motivos económicos, el rápido descenso de los costos ha reducido el costo nivelado de la electricidad solar por debajo del de las fuentes de energía convencionales.<sup>70</sup>

Los vehículos eléctricos y los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) son cada vez más importantes, ya que las ventas de vehículos eléctricos están aumentando rápidamente su cuota (2,2 %) del mercado mundial de vehículos. Se espera que, en 2040, el número de vehículos eléctricos en el mercado aumente hasta un 30%.

Dado que la energía solar es la fuente de electricidad de más rápido crecimiento, llamada a desplazar a los combustibles fósiles, se plantea el reto de identificar la superficie necesaria para producir miles de TWhs de electricidad. Ya se está investigando mucho sobre el diseño y la optimización de sistemas solares para cargar vehículos eléctricos como estrategia sostenible, incluso en el lugar de trabajo, ya que los vehículos eléctricos podrían integrarse en la red para resolver los problemas de intermitencia mediante implantaciones de "vehículo a red". Además, los estudios

técnicos han demostrado la viabilidad del enfoque.<sup>71</sup> El generador de biomasa se podría utilizar como fuente principal de generación de energía en algunas zonas, mientras que el generador de celdas de combustible se utilizaría como generador de reserva, en caso de que el generador de biomasa no pueda satisfacer las necesidades energéticas de la zona de estudio. La energía sobrante puede utilizarse para producir hidrógeno, que será utilizado por las celdas de combustible<sup>72</sup> para generar energía en lugar de utilizar baterías. Se ha propuesto una técnica de optimización multiobjetivo por enjambre de partículas (MOPSO) para resolver el problema de dimensionamiento de la micro red introducida a través de una perspectiva económica que es el costo de la energía (COE). El algoritmo MOPSO intenta mitigar el COE a los valores más bajos manteniendo la probabilidad de pérdida de suministro eléctrico (LPSP) lo más baja posible. Asimismo, se han realizado análisis estadísticos para estudiar la precisión de los resultados de la técnica introducida.<sup>73</sup>

### **Pérdida de carga y cargas adicionales - Pérdida de carga y descarga de vehículos eléctricos**

La integración descoordinada de vehículos eléctricos (VE) deteriora considerablemente el rendimiento operativo de una red de distribución. Para optimizar el rendimiento de la red de distribución en un entorno de carga de VE, se realiza un enfoque de optimización en dos etapas, que integra la carga coordinada de VE con la reconfiguración de la red. Se ha presentado una formulación para minimizar la pérdida de potencia del sistema, y se obtiene una solución óptima utilizando un algoritmo de optimización de enjambre de partículas binario.

El enfoque propuesto se prueba en un sistema de prueba de nodos de media tensión IEEE 33-bus modificado, acoplado a una red de distribución de baja tensión. Los resultados de la carga de VE coordinada y no coordinada se comparan con los del enfoque integrado desarrollado, y se estudia el rendimiento operativo del sistema. La integración de la reconfiguración de la red con la carga coordinada de VE disminuye



significativamente las pérdidas de potencia de la red y mejora bastante el perfil de tensión, de manera que, la estrategia adecuada puede mejorar el rendimiento operativo del sistema al tiempo que se hace frente a la creciente penetración de los VE en la red.<sup>74</sup>

## Discusión

Las emisiones de los vehículos con motor de combustión interna son una de las principales causas de la contaminación atmosférica y del cambio climático. En los últimos años, los vehículos eléctricos (VE) se están convirtiendo en una alternativa más sensata a estos vehículos ICE. Con los recientes avances en la tecnología de las baterías y la producción a gran escala, los VE son cada vez menos costosos. En un futuro próximo, el despliegue masivo de vehículos eléctricos ejercerá una gran presión sobre el sistema eléctrico actual.

La programación óptima de los vehículos eléctricos puede reducir la presión sobre la red existente y, al mismo tiempo, dar cabida a la integración a gran escala de los vehículos eléctricos. La integración de estos VE puede proporcionar varios beneficios económicos a los distintos agentes del mercado energético.

Los trabajos recientes relacionados con la integración de VE con EPS se clasifican en función de su relevancia para los distintos agentes del mercado eléctrico. Esta clasificación se refiere a cuatro agentes: la empresa de generación (GENCO), el operador del sistema de distribución (DSO), el agente de VE y el usuario final.<sup>75</sup> Otra clasificación se basa en las estrategias de programación o carga utilizadas para la integración de los VE en la red. La electrificación del automóvil tendrá un enorme efecto en la red eléctrica a

## Conclusión

Las tecnologías digitales, especialmente los sistemas cooperativos de transporte inteligente (C-ITS), tienen un enorme potencial para mejorar la seguridad vial, así como la eficiencia y el atractivo del transporte. Se está preparando un Plan para estimular el uso de tales tecnologías, en particular los enlaces de comunicación de vehículos entre sí y entre éstos y la infraestructura. También se está trabajando en la mejora de la tarificación vial, para que sea más justa y eficiente y refleje mejor los principios de "quien contamina paga" y "el usuario paga".

medida que aumente el consumo de energía. La creciente popularidad de los vehículos eléctricos conlleva un gran número de estaciones de recarga que tienen un impacto significativo en la red eléctrica. Para minimizar los efectos perjudiciales de la carga de los VE y aumentar la eficiencia de la integración de los VE en la red, es necesario establecer diferentes técnicas operativas para la integración en la red. La coordinación inteligente de la carga y descarga de los automóviles es esencial para que estas situaciones estén bajo control. El diseño optimizado de la red de energía renovable se realiza para garantizar que la estación de carga del VE disponga de un amplio suministro eléctrico. Las tecnologías Vehicle to Grid (V2G) son también un enfoque eficiente y rentable para integrar los VE en las redes eléctricas.<sup>76</sup>

Para abordar el estado del arte en los campos relacionados, este estudio presenta de manera efectiva el modo de reparto de energía para el despliegue V2G entre los VE y las redes eléctricas y el enfoque de programación. Este documento ofrece una visión clara de la industria del VE, la infraestructura de recarga y el efecto de la recarga de VE en la red.

Se ha analizado el mercado de la energía, teniendo en cuenta el papel de los oferentes de VE y de sus compradores personales, y se investigan numerosos algoritmos de optimización de la red de VE-sistemas conectados. El documento también ofrece una visión general sobre el impacto de la integración de las redes de VE y la evolución de la red eléctrica hacia la energía sostenible y la influencia de los VE, apoyando el futuro crecimiento energético. Por último, evalúa y esboza las cuestiones y recomendaciones para el crecimiento potencial del sistema de recarga de VE y de integración en red.<sup>77</sup>



Esto incluye normas comunes para un sistema de tarificación basado en la distancia en la UE. también se debe adoptar nuevas medidas para fomentar los enlaces entre los distintos modos de transporte, ayudando a crear cadenas logísticas sin fisuras. El transporte en la UE sigue dependiendo del petróleo para aproximadamente el 94% de sus necesidades energéticas. A través de la Estrategia, se estudia cómo acelerar el uso de energías alternativas de bajas emisiones, como los biocombustibles avanzados, la electricidad, el hidrógeno y los combustibles sintéticos renovables, ofreciendo fuertes incentivos a la innovación. Con estas medidas políticas, la cuota de energía de bajas emisiones podría aumentar, proporcionando en torno al 15-17% de la demanda energética del transporte en 2030 y sustituyendo a los productos derivados del petróleo. También se está estudiando la posibilidad de mejorar las sinergias entre los sistemas de energía y transporte, por ejemplo, abordando los problemas de distribución de electricidad en horas pico. Esto facilitaría la recarga de los vehículos eléctricos. Se ha propuesto y ya se ha aplicado algunas mejoras importantes sobre cómo medir y verificar las emisiones de los vehículos. Esta es una condición previa necesaria para garantizar que las normas tengan impacto y que los consumidores puedan confiar en ellas. La Comisión está trabajando en las normas posteriores a 2020 para vehículos tipo turismos y furgonetas.

Las emisiones de los motores de combustión convencionales deberán seguir reduciéndose después de 2020. Los vehículos con cero o bajas emisiones tendrán que implantarse y ganar una cuota de mercado significativa. Su despliegue mejorará significativamente la calidad del aire, en particular en las ciudades. Junto con esta Estrategia, Así que se pone en marcha una consulta pública para revisar el actual marco legislativo de las normas aplicables a automóviles y furgonetas después de 2020. Para apoyar la demanda de los usuarios, se está trabajando en la mejora de la información al cliente, por ejemplo, mediante la revisión de la Directiva sobre el etiquetado de los automóviles, y en incentivos en las normas de contratación pública, en el contexto de una revisión de la Directiva sobre vehículos limpios. Esto puede ser una herramienta muy poderosa para apoyar el despliegue, por ejemplo, de autobuses urbanos de emisiones cero. Se debe acelerar los trabajos para reducir las emisiones de dióxido de carbono de camiones, autobuses y taxis. En la actualidad representan alrededor de una cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono del transporte por carretera y su proporción va en aumento.

Aunque los camiones, autobuses y taxis han estado sujetos a normas de contaminación atmosférica similares a las de los vehículos y furgonetas, y ahora se les exige que las cumplan en condiciones reales de conducción, la UE no tiene normas de eficiencia de combustible para ellos, ni sistema para controlar sus emisiones de dióxido de carbono. Otras partes del mundo, como Estados Unidos, China, Japón y Canadá, ya han introducido normas, y algunos fabricantes europeos participan en estos sistemas. Junto con esta Estrategia, Se ha puesto en marcha una consulta pública que se centra principalmente en el seguimiento y la notificación de las emisiones, pero también busca una primera respuesta sobre las normas.

La UE se ha comprometido a alcanzar un acuerdo para hacer frente a las emisiones de la aviación internacional mediante un mecanismo mundial basado en el mercado. Esta y otras medidas, como la norma internacional sobre dióxido de carbono recientemente acordada para las nuevas aeronaves, pretenden garantizar el crecimiento neutro en carbono de la aviación internacional a partir de 2020. La UE se ha comprometido a conseguir un acuerdo mundial obligatorio para la recogida y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte marítimo internacional. Esto debe complementarse con un acuerdo internacional sobre un objetivo de reducción de emisiones para el sector del transporte marítimo. La UE ya cuenta con una legislación que obliga a los buques que utilicen los puertos de la UE a controlar, notificar y verificar sus emisiones a partir de 2018. En caso de acuerdo internacional, la UE podría adaptar esta legislación a un sistema mundial.

## References

- 1.- Marschoff CM. (1986) Prospects for hydrogen energy systems in Argentina. *Int. J. Hydrogen Energy* 11(5) 317-319.
- 2.- Marschoff C.M. (1992). Fondo de Cultura Económica de Argentina. Las fuentes de energía en el siglo XXI.
- 3.- Terneus EA., Coppola L., Marschoff CM. (1997) Technology substitution in the energy market: the logistic approach revisited. *Energy Convers. Mgmt.* 38(5)415-441.
- 4.- Marschoff CM (2018), *Earth dialogue*, Green Cross. Argentina. (1-21).
- 5.- <https://unfccc.int/es/news/los-ministros-de-la-cop27-piden-una-accion-climatica-mas-ambiciosa>.
- 6.- Santos G. (2017). Road transport and CO<sub>2</sub> emissions; What are the challenges? *Transport Policy*, 59, 71-74.
- 7.- Zhao Li, Xi X, Na Q, Wang S. (2021). The technological innovation of hybrid and plug-in electric vehicles for environmental carbon pollution control. *Environmental Impact Review*, (86) 106506. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106506>.
- 8.- Rodríguez M, Vásquez A, Sarmiento A, Millet Z. (2017). Renewable Energy Sources and local development. *International Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(2) 10-19
- 9.- [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/nl/MEMO\\_16\\_2497](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/nl/MEMO_16_2497).
- 10.- Li H, Dai J, Wang A, Zhao S, Ye H. (2020). Recycling and Treatment of Waste batteries. *Mater, Sci. Eng.* 612, 052020.
- 11.- Rugeri M et al. (2021). Electric mobility in a smart city: European overview. *Energies* 14(2) 315-344.
- 12.- Márquez J, Márquez OP, Weinhold E, Márquez K. (2021). Hydrogen from Solar Energy with Electrochemistry- *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*. 4(1)11-27.
- 13.- López-Rivera SA, Fontal B, Márquez OP, Márquez J. (2005). High Pressure conductivity and fotoconductivity of polyveraroles. *Polymer Bulletin*. 54 (4-5) 291-301.
- 14.- Márquez J, Márquez OP. (2019). Solar Energy and Electrochemistry in the book “Recent advances in Electrochemical Research”, Rolando Tremont editor, Kerala, India, 169-222, ISBN:978-81-7895-545-2.
- 15.- Wang Y, Díaz DF, Chen KS, Wang Z, Adroher XC. (2020). Materials, technological status, and fundamentals of PEM fuel cells - A review. *Materials Today*, 32. 178-203.
- 16.- Science-Division, Environmental Science - Informe (2020). CO<sub>2</sub> Emissions. Oak Ridge Laboratory, Tennessee, USA.
- 17.- Du H, Chen Z, Peng B, Southworth F, Ma S, Wang Y. (2019). What drives CO<sub>2</sub> emissions from the transport sector *Energy*, 175, 195-204.

- 18.- Pietrzak K, Pietrzak O. (2020). Environmental Effects of Electromobility in a Sustainable Urban Public Transport. *Sustainability*, 12 (3) 1052-1073.
- 19.- Mackenzie W. (2021). 700 million electric vehicles will be on the roads by 2050. Artículo de prensa, 2 páginas (mayo de 2021).
- 20.- Global-EV. (informe 2021). Accelerating ambitions despite the pandemic. International Energy Agency, International Energy Agency, Brussels, 1-101.
- 21.- Barnet J. (Informe 2021). Energy Security and Resilience, NREL, Brussels.
- 22.- Xu L, Wang Y, Shah SAA, Zameer H et al. (2019). Economic Viability and Environmental Efficiency Analysis of Hydrogen production., 7(8), 494-472.
- 23.- Márquez J, Márquez OP. (2018). Electroquimienergía. *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa-RITE*, 1(2) 9-26,
- 24.- Linderoth H. (2002). Forecast errors in IEA-countries' energy consumption. *Energy Policy*, 30(1), 53-61.
- 25.- [https://www.dnv.com/energy-transition-outlook/download.html?utm\\_source=Google&utm\\_medium=Search&utm\\_campaign=eto22&gclid=CjoKCQjwz6ShBhCMARIsAH9AoqW3iZLu-8yhuCBnPik5uy1QEJeYrA6xhvsYuCVNCzr5hPsj4Hied74aAjOaEALw\\_wcB](https://www.dnv.com/energy-transition-outlook/download.html?utm_source=Google&utm_medium=Search&utm_campaign=eto22&gclid=CjoKCQjwz6ShBhCMARIsAH9AoqW3iZLu-8yhuCBnPik5uy1QEJeYrA6xhvsYuCVNCzr5hPsj4Hied74aAjOaEALw_wcB).
- 26.- Urpelainen J, Van de Graaf T. (2016). The renewable Energy agency: a success story in institutional innovation? *Law and economics*, 15, 159-177.
- 27.- Global Wind Farm Industry 2022-2026. <https://www.reportlinker.com/report-summary/Wind-Power/57078/Global-Wind-Farm-Industry.html>.
- 28.- González Martín MI. (2023). Energía solar térmica. Necesidad del seguimiento solar. <https://riubu.ubu.es/handle/10259/7297>.
- 29.- Filippin FA, Fasoli HJ. (2021). Photophysical and Photochemical systems with semiconductors for the conversion of Solar energy-A review. *Annales AFA*. 32 (1)22-31.
- 30.- Vieira DAG, Guedes LSM, Lisboa AC, Saldanha RR. (2015). Formulations for hydroelectric energy production with optimality conditions. *Energy Conversion and Management*, 89, 781-788.
- 31.- Schiel K, Baume O, Caruso G, Leopold U. (2016). GIS-based modelling of Sgallow geothermal energy potential for CO2 emission mitigation in urban areas. *Renewable Energy*. 86, 1023-1036.
- 32.- Rodrigues N, Pintassilgo P, Calhau F, Gonzalez-Gorbeña E, Pacheco A. (2021). Cost-benefit analysis of Tidal energy production in a coast, a lagoon. The case of Ria Formosa-Portugal. *Energy*, 229 (75)120812.
- 33.- Camporeale S. (2021). Wave Energy conversion-A Special Issue of *Energies*, Energy. This special issue belongs to the section wind, wave and Tydal Energy, <https://doi.org/10.3390/en16020874>.

- 34.- Slusarczyk B. (2020). Energy Transformation towards sustainability, electromobility for sustainable transport in Poland, in the book "Electromobility" Elsevier, Amsterdam, pp. 199-218, DOI: 10.1016/B978-0-12-817688-7.00010-0.
- 35.- Han C. (2020). Energy density issues of flexible energy storage devices. *Energy Storage Materials*, 28, 264-292.
- 36.- May N. (2018). Local environmental impact assessment as decision support for the introduction of electromobility in urban public transport system. *Transportation research Part D - Transport and Environment*, 64, 192-203.
- 37.- Šarkan B, Loman M, Synák F, Skrúcaný T, Hanzl J. (2022) Emissions Production by Exhaust Gases of a Road Vehicle's Starting Depending on a Road Gradient. *Sensors (Basel)*. 22(24):9896. doi: 10.3390/s22249896. PMID: 36560263; PMCID: PMC9781685.
- 38.- Madina C, Zamora I, Zabala E. (2016). Methodology for assessing electric vehicle charging infrastructure business models. *Energy policy*, 89, 284-293.
- 39.- Bhatti G, Mohan H, Raja-Singh R. (2021). Towards the future of smart electric vehicles: Digital tween technology. *Renewable and sustainable Energy reviews*. 141, 110801.
- 40.- Khayyam H, Bab-Hadiashar A. (2014). Adaptive intelligent Energy management system of plug-in hybrid electric vehicle. *Energy*, 69, 319-335.
- 41.- Albatayneh A, Assaaf M, Alterman D, Jaradat M. (2020). Comparison of the overall energy efficiency for internal combustion engine vehicles and electric vehicles. *Environmental and climate technologies*, 24 (1) 669-680.
- 42.- Liu Y, Zhu Y, Cui Y. (2019). Challenges and opportunities towards fast charging battery materials. *Nat. Energy*, 4, 540-550.
- 43.- Mohtasham J. (2015). Review Article-Renewable Energies. *Energy Procedia*. 74, 1289-1297.
- 44.- Chudy A, Mazurek PA. (2019). Electromobility - The importance of power quality and environmental sustainability. *Journal of ecological Engineering*. 20 (10)15-23.
- 45.- Klos M. et al. (2019). Forecast and impact of electromobility development on the polish electric power system. *E3S web of conferences* 88, 01002019, Warsaw, Poland.
- 46.- Das HS, Rahman MM, Li S, Tan CW. (2020). Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109618.
- 47.- Sperling D. (2018), Electric vehicles: Approaching the tipping point. *Bulletin of the atomic scientist*, 74 (1) 11-18.
- 48.- Benitez A. (2021). Ecological assessment of fuel cell electric vehicles with special focus on type IV carbon fiber hydrogen tank. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123277.
- 49.- Kinga S. (2021). Plug-in Hybrid Ecological Category in Real Driving Emissions. *Energies*, 14(8) 2340. <https://doi.org/10.3390/en14082340>.

- 50.- Xiao J. (2021). A review of pivotal energy management strategies for extended range electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111194.
- 51.- Climent H. (2021). Exploiting driving history for optimizing the Energy Management in plug-in Hybrid Electric Vehicles. *Energy Conversion and Management* 234(2) 113919.
- 52.- Hu X. (2015). Longevity-conscious dimensioning and power management of the hybrid energy storage system in a fuel cell hybrid electric bus. *Applied Energy*, 137 (1) 913-924.
- 53.- Thor A. (2020). Evaluating system architectures for driving range estimation and charge planning for electric vehicle. *Journal of Software, Practice and Experience*. 51 (1) 72-79.
- 54.- Bedogni L. (2016). An integrated traffic and power grid simulator enabling the assessment of e-mobility impact on the grid: a tool for the implementation of the smart grid/city concept. *Journal of Engineering Sciences and Innovation*.1(1)73-89.
- 55.- Cherif R. (2021). Riding the energy transition: Oil beyond 2040. *Asian Economic Policy Review* 16 (1) 117-137.
- 56.- D Elia A. (2021). Impact of Interdisciplinary Research on Planning, Running, and Managing Electromobility as a Smart Grid Extension, *IEEE Access* 3 (1) 2281-2305.
- 57.- Skok S, Havaš LV, Radosevic V, Cvitanovic M. (2020). Impact of Electromobility to the Power Distribution System, *IEEE PES/IAS PowerAfrica, Conference, Nairobi, Kenya*, pp. 1-5; doi: 10.1109/PowerAfrica49420.2020.9219914.
- 58.- Kaufmann R. (2021). Feedbacks among electric vehicle adoption, charging and the cost and installation of rooftop solar photovoltaica. *Nat. Energy*. 6, 143-149.
- 59.- Zielinska A. (2020). Electromobility research: The impact of using renewable energy solutions on the development of electromobility. *Przegląd Elektrotechniczny*, 1, 123-12 ISSN 0033-2097, R. 96 NR 12/2020.
- 60.- Minh P. (2021). Technical Economic Analysis of Photovoltaic-Powered Electric Vehicle Charging Stations under Different Solar Irradiation Conditions in Vietnam. *Sustainability* 2021, 13(6), 3528; <https://doi.org/10.3390/su13063528>.
- 61.- Xi W. (2021). Hybrid of fixed and mobile charging systems for electric vehicles: System design and analysis. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*126, 103068.
- 62.- Chandra-Majhi R. (2020). A systematic review of charging infrastructure location problem for electric vehicles. *Transport Reviews*. 41(3) 1-25.
- 63.- Yao W et al. (2014). A Multi-Objective Collaborative Planning Strategy for Integrated Power Distribution and Electric Vehicle Charging Systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 29 (4), 1811-1821doi: 10.1109/TPWRS.2013.2296615.
- 64.- Wang Ch. (2021). Hybrid of fixed and mobile charging systems for electric vehicles: System design analysis,126, 103068.
- 65.- Wellik T. (2021). Utility-transit nexus: Leveraging intelligently charged electrified transit to support a renewable energy grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, 110657.



- 66.- Karaca A. (2021). An integrated renewable energy based plant with energy storage for a sustainable community. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 45, 101217.
- 67.- Alkawssi G. (2021). a Local Electricity Market between Prosumers and Electric Vehicles. *Appl. Sci*, 11(9), 3847.
- 68.- Asensio OI, Lawson MC, Apablaza CZ. (2021). Electric vehicle charging stations in the workplace with high-resolution data from casual and habitual users. *Sci Data* 8, 168, 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00956-1>.
- 69.- Liu K. (2014). Considering the dynamic refueling behavior in locating electric vehicle charging stations. *Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information*. 11(2).41-46.
- 70.- Elrahmani A. (2021). GCC region and future opportunities. *Current Opinion in Chemical Engineering*. 31, 100664.
- 71.- Sanjay J. (2021). Electric Vehicle Charging Potential from Retail Parking Lot Solar Photovoltaic Awnings. *Renewable Energy*, 169, 608-617.
- 72.- Chen Z. (2018). Batteries and fuel cells for emerging electric vehicle markets. *Nature Energy*, 3, 279-289.
- 73.- Fahd A. (2021). Sizing and Cost Minimization of Standalone Hybrid WT/PV/Biomass/Pump-Hydro Storage-Based Energy Systems. *Energies*, 14(2), 489; <https://doi.org/10.3390/en14020489>.
- 74.- Amin A. (2020). An integrated approach to Optimal Charging Scheduling of electric Vehicles Integrated with improved Medium-Voltage Network Reconfiguration for power Loss Minimization. *Sustainability*, 12, 921.
- 75.- Patil H, Kalkhambkar VN. (2021). Grid Integration of Electric Vehicles for Economic Benefits: A Review. *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, 9 (1) 13-26, doi: 10.35833/MPCE.2019.000326.
- 76.- Golla NK, Sudabattula SK. (2021). Impact of Plug-in electric vehicles on grid integration with distributed energy resources: A comprehensive review on methodology of power interaction and scheduling. *Materials Today: Proceedings*. doi:10.1016/j.matpr.2021.03.306.
- 77.- Wolinetz M, Axsen J, Peters J, et al. (2018). Simulating the value of electric-vehicle-grid integration using a behaviourally realistic model. *Nat Energy* 3, 132-139. <https://doi.org/10.1038/s41560-017-0077-9>.

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

### **Ensayos:**

Son textos que analizan, interpretan o evalúan un tema de investigación en particular. Debe presentar argumentos y opiniones sustentadas. Los artículos remitidos para su publicación tienen que ser inéditos. No serán aceptados aquellos que contengan material que haya sido reportado en otras publicaciones o que hubieran sido ofrecidos por el autor o los autores a otros órganos de difusión nacional o internacional para su publicación.

### **Normas para la presentación de artículos y documentos:**

Todas las contribuciones deberán prepararse en procesador de palabras Microsoft office Word a espacio 1,5 en papel tamaño carta, tipo de letra Arial 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.

### **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 ([www.saber.ula.ve](http://www.saber.ula.ve)).

### **Dirección institucional**

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

**Contactos Tel:** 0275-8817920/0414-0078283

**E-mail:** [rite@ula.ve](mailto:rite@ula.ve)

**E-mail:** [riteula2017@gmail.com](mailto: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](http://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: [rite@ula.ve](mailto:rite@ula.ve)

E-mail: [riteula2017@gmail.com](mailto: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 6, N° 1**, publicada en el repositorio institucional saberula  
Universidad de Los Andes – Venezuela  
[www.saber.ula.ve](http://www.saber.ula.ve)  
[info@saber.ula.ve](mailto: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.