



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: IX Número: 2. Artículo no.:69 Período: 1ro de enero al 30 de abril del 2022.

TÍTULO: Diseño de un equipo de electrodeposición de procesos galvánicos para la Educación Básica y Superior.

AUTORES:

1. Dr. Henry Hugo Alarcón Diaz.
2. Máster. Humberto Raúl Moreno Casachagua.
3. Dr. Miguel Quintana Ortiz.
4. Dr. Fidel Tadeo Soria Cuellar.
5. Máster. Amador Gregorio Sotelo Raymondi.

RESUMEN: El presente artículo sustenta un diseño a nivel de prototipo cumpliendo con las condiciones para su posterior fabricación, contribuyendo a abordar uno de los problemas de la educación tecnológica: la falta de equipamiento. Para ello, el objetivo fue diseñar un prototipo de electrodeposición con sistema de control electrónico para proteger el medioambiente y recubrir piezas metálicas con menor impacto ambiental. Para su ejecución se aplicó un plan de intervención, desarrollado en una línea de tiempo, considerando el enfoque sistémico y el método experimental. Se validó por el juicio de expertos para su uso en los laboratorios de instituciones educativas de educación básica y superior y constituye un aporte para la fase de su posterior fabricación.

PALABRAS CLAVES: diseño, equipo, electrodeposición, proceso galvánico.

TITLE: Design of an electrodeposition equipment for galvanic processes for Basic and Higher Education.

AUTHORS:

1. PhD. Henry Hugo Alarcón Diaz.
2. Master. Humberto Raúl Moreno Casachagua.
3. PhD. Miguel Quintana Ortiz.
4. PhD. Fidel Tadeo Soria Cuellar.
5. Master. Amador Gregorio Sotelo Raymondi.

ABSTRACT: This article supports a prototype design that meets the conditions for its subsequent manufacture, contributing to address one of the problems of technological education: the lack of equipment. For this purpose, the objective was to design an electrodeposition prototype with an electronic control system to protect the environment and coat metal parts with less environmental impact. For its execution, an intervention plan was applied, developed in a timeline, considering the systemic approach and the experimental method. It was validated by the judgment of experts for its use in the laboratories of educational institutions of basic and higher education and constitutes a contribution for the phase of its subsequent manufacture.

KEY WORDS: design, equipment, electroplating, galvanic process.

INTRODUCCIÓN.

El presente artículo comprende la etapa previa a la construcción del equipo de electrodeposición para procesos galvánicos, orientados hacia el equipamiento de los laboratorios de la educación básica y superior, donde se podrán desarrollar actividades de enseñanza y de aprendizaje en el proceso de cobreado, cincado y plateado de diferentes materiales logrando durabilidad y protección con agentes naturales.

La investigación nace del análisis de una situación problemática que se aprecia en la falta de diseños de equipos de laboratorio para aplicar los métodos y técnicas de aprendizaje en electrodeposición y realizar prácticas que permitan superar el poco dominio que tienen los estudiantes sobre los temas relacionados, asimismo, lograr emprendimientos empresariales en actividades relacionadas con sus áreas de trabajo (Mar Cornelio, 2019).

Para el diseño de prototipos, se tiene como uno de los antecedentes al software *SolidWorks*, que permite dar salida en forma rápida de 2 a 3 dimensiones a través del uso de parámetros y configuraciones (Cantillo et al. 2016).

De esta manera, si se desea obtener el diseño de un prototipo en 3 dimensiones el *SolidWorks* resulta útil, porque se puede observar el producto final e identificar las características y el buen funcionamiento de las partes móviles, de las funciones a desempeñar.

Según Gordon et al. (2020), el diseño de la celda permite realizar pruebas a nivel laboratorio, donde a pequeña escala se pueden hacer múltiples variaciones y combinaciones de los procesos de recubrimiento electrolítico (Gasca & Mar, 2021); es por ello, que, a través de combinaciones y controles de solución, tiempo, tensión de corriente y temperatura se podrá hacer las pruebas y desarrollos en los laboratorios y bajo el mismo principio, poder ampliar su cobertura a escala industrial.

La propuesta se puede describir en los siguientes términos: El sistema de control electrónico consideró un temporizador relacionado con el tiempo de exposición de los materiales a revestir; asimismo, dispuso de un control de voltaje y corriente con indicadores digitales que permitirán la exactitud, el ahorro de energía eléctrica y niveles de precisión en el espesor de recubrimiento metálico, incorpora también el agitador y decapado. Estas características brindan al maestro y estudiantes facilidades de manejo y claridad en el entrenamiento (Fonseca et al., 2020).

Por su característica, la investigación es de corte tecnológica, vinculada a la innovación, la cual busca aplicaciones prácticas, como es el motivo del presente. En el desarrollo, se aplicó el método experimental y la técnica de ensayo y error, en el marco de un enfoque sistémico, teniendo como punto principal un plan de intervención que consistió en una secuencia ordenada en el tiempo con actividades como: planificación, diseño de componentes estructurales, y el esbozo de la maqueta.

Se propone el diseño, para una posterior fabricación, de un sistema de electrodeposición con funcionamiento electrónico, para la protección de gases tóxicos, que permita aplicar las técnicas y métodos de aprendizaje en el laboratorio correspondiente al Programa de estudios de Metalurgia–Joyería, en la Universidad nacional de educación, así como en las instituciones educativas, de educación básica y superior, que tienen programas afines (Leyva-Vázquez et al., 2020), (Vázquez et al., 2020).

De esta manera, el objetivo de la investigación fue diseñar un equipo de electrodeposición con sistema de control electrónico y protección de medio ambiente, para recubrir piezas metálicas con menor impacto ambiental y seguridad en el aprendizaje de procesos galvánicos de los estudiantes en las instituciones educativas de nivel básico y superior (Mar et al., 2020).

DESARROLLO.

Metodología.

La investigación realizada, por su objeto de estudio corresponde a una investigación aplicada de enfoque tecnológico, la cual consistió en la utilización del conocimiento científico-tecnológico, con el objeto de diseñar un equipo de electrodeposición para el recubrimiento de piezas metálicas que tengan un menor impacto ambiental y asegurar la práctica de protocolos de seguridad en la aplicación de técnicas y métodos de enseñanza-aprendizaje de procesos galvánicos. Se utilizaron los métodos siguientes:

- Método científico – tecnológico.
- Método experimental.
- Método sistémico.

La figura 1 muestra la secuencia metodológica del diseño, que siguió el plan de intervención con una secuencia de actividades desarrolladas en una línea de tiempo: se inició con la consulta científica sobre el desarrollo y estado de la técnica, luego se procedió con la planificación del diseño del equipo de electrodeposición, teniendo en cuenta los requerimientos necesarios.

Asimismo, se utilizó el *SolidWork* como el software de diseño. En la elaboración del croquis, se tomó en cuenta lo establecido por (García Sancho, 2019), luego las ideas se materializaron en la elaboración de los planos en 2D y 3D, (diferentes versiones). Finalmente, se culminó con el ensamblado de las partes a nivel de diseño.

El esquema metodológico desarrollado se presenta en el gráfico siguiente:

ET: Estado de la técnica.

RL: Revisión de la literatura.

D: Diseño del equipo.

CE: Construcción del equipo.

PO: Prueba operativa.

CR: Comunicación de los resultados.

FE: Fase de entrada.

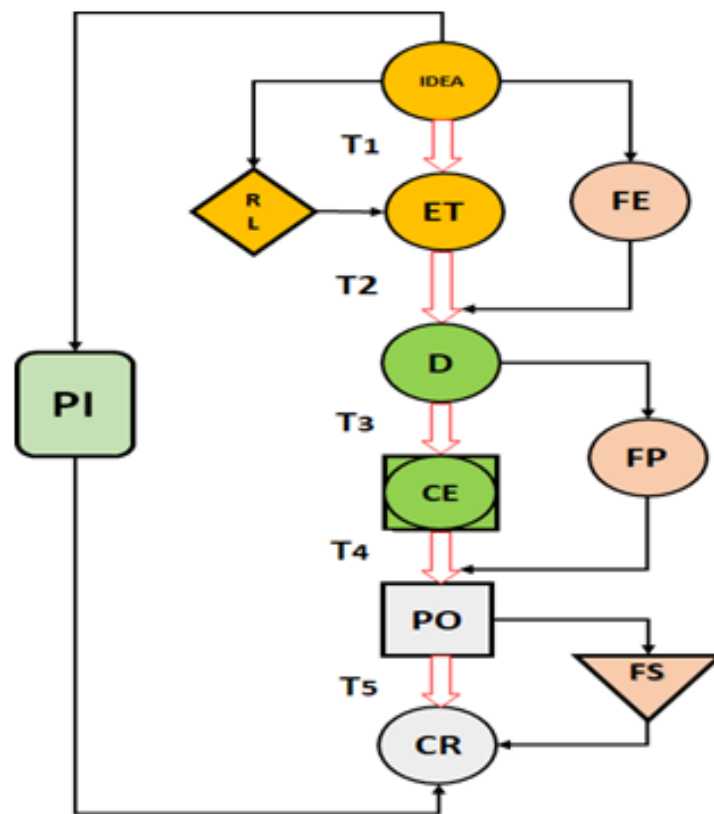
FP: Fase de proceso.

FS: Fase de salida.

T1-T5: Actividades según línea de tiempo.

PI: Plan de intervención.

Ilustración 1. Diseño metodológico



Nota: Elaborado por los investigadores

La investigación realizada estuvo enfocada en el diseño de un equipo de electrodeposición cuya utilidad será en la aplicación de métodos y técnicas en la enseñanza – aprendizaje de procesos galvánicos, donde los beneficiarios serán los estudiantes de las instituciones

educativas de nivel básico y superior, así como los estudiantes de las áreas técnicas de la Facultad de Tecnología de la UNE.

El plan de intervención metodológico diseñado para el trabajo de investigación “Diseño del equipo de electrodeposición para aprendizaje de procesos galvánicos en las instituciones educativas de nivel básico y superior”, tuvo como finalidad proporcionarnos el norte en el desarrollo del trabajo de campo y seguir rigurosamente las etapas o pasos que previamente se habían establecidos:

1. Búsqueda de información para el marco teórico.
2. Elaboración de un listado de componentes y accesorios para el proyecto:

A. Componentes de la fuente de poder:

A.1 Fuente de poder electrónico de conmutación.

- Voltaje de entrada: 220VAC
- Voltaje de salida: 12 VAC
- Amperaje de salida: 20 amperios (este dispositivo fue reemplazado por inconveniencias de producción y comercialización)

B. Accesorios:

- Voltímetro Amperímetro: modelo DSN – UC 288 con indicador digital.
- Controlador de Temperatura:
 - Modelo KTF 0091
 - Alimentación 12Voltios
 - Rango de Control de temperatura de -50 °C a 110 °C
 - Sensor de temperatura.
- Regulador de Voltaje y Corriente
 - Modelo WD2002SJ

- Modelo placa: WD2002SJ
- Chip Buck-Boost: LTC3780
- Voltaje de entrada: 5.0V a 32V DC
- Voltaje de salida: 0.8V a 29V DC Ajustable
- Corriente de salida: 7A máx. recomendado (10A pico)
- Potencia de salida: 80W, utilizar disipador

C. Alimentación del sistema:

- Fuente de poder tipo conmutación
- Voltaje de entrada 110V a 240V
- Voltaje de salida DC 12Voltios 15 amperios

D. Otros dispositivos y componentes electrónicos.

- Interruptor de control de encendido y apagado
- Indicadores Led de encendido y apagado por cada cuba o celda
- Potenciómetros para el control de Voltaje y corriente,
- Bananas de salida de voltaje y corriente. (rojo y negro)

E. Módulo de las celdas de recubrimiento.

- Tamaño del módulo.
- Tipos de cuba: Vasos pírex con capacidad de 1000 mililitros.
- Numero de cubas: El número de cubas considerado en el diseño fueros cuatro (04) compuesto por vasos de precipitado Pírex de 15.6 cm. de altura por 10.8 cm. de diámetro, volumen de: 1000 mililitros, fabricado con material de vidrio Borosilicatado.
- Tipo de vaso: De precipitado resistente al calor, graduado a 1000 mililitros

F. Accesorios:

- Calentador eléctrico con resistencia circular de 1000 watts, adaptado con un controlador de temperatura.
- Depósito de residuos tóxicos: 300mm. por 200mm.
- Filtro para gases tóxicos (por determinar) y conductos al depósito de residuos tóxicos

G. Tipos de recubrimientos que se realizarán con el equipo:

- Para metales preciosos.
- Para metales no ferrosos.

H. Diagramación de las formas y dimensiones del equipo (preliminar).

En la determinación de las formas, dimensiones, partes y accesorios del equipo de se tuvieron los siguientes criterios:

• Tamaño del equipo.

(Vargas et al., 2017), consideran como criterio técnico general, para el diseño de equipos, máquinas y otros dispositivos, en la actualidad se considera fundamental: obtener la mayor potencia, una mejor portabilidad y de facilidad de operación, denominado también como un equipo amigable.

En concordancia con estas consideraciones y teniendo en cuenta que el equipo diseñado se utilizará para propósitos de enseñanza, nuestro diseño consideró medidas que permiten lecturas y operatividad amigables y adecuados a un laboratorio, con características simples fácil manejo, pero con un rendimiento máximo.

• Forma del equipo.

La característica principal que se tiene en cuenta en el diseño moderno es la ergonomía, que hace referencia al estudio como una disciplina de adaptación de las máquinas, muebles y utensilios a la persona que los emplea habitualmente para lograr una mayor comodidad. El

segundo, como una cualidad que tienen las máquinas, muebles y utensilios de adaptación al usuario para lograr una comodidad de uso.

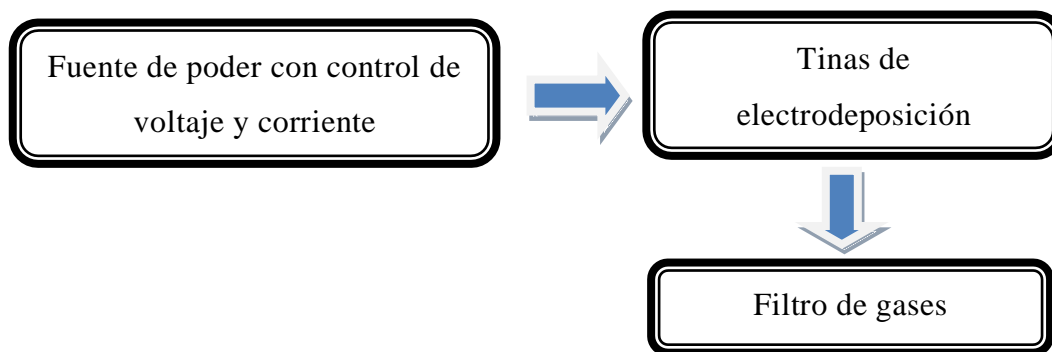
- **Modular.**

Otro concepto que se emplea en la actualidad a la hora de plantear un diseño es el tipo de construcción; en este caso, elegimos el tipo modular o en módulos, que significa que puedan tener partes diferentes, pero que se pueden interconectar para conformar un todo en el funcionamiento.

Al respecto, se puede mencionar a la arquitectura modular basada en la teoría de los polícubos. La teoría de los polícubos es una rama de las matemáticas que se ocupa de estudiar el comportamiento de unidades modulares cúbicas, que ubicadas convenientemente pueden realizar una función unitaria. En ese sentido, el diseño será modular en función de las partes (Ilustración 2) que la conforman:

- Módulo: fuente de poder
- Módulo: celdas del equipo de recubrimiento
- Módulo: filtro de gases.

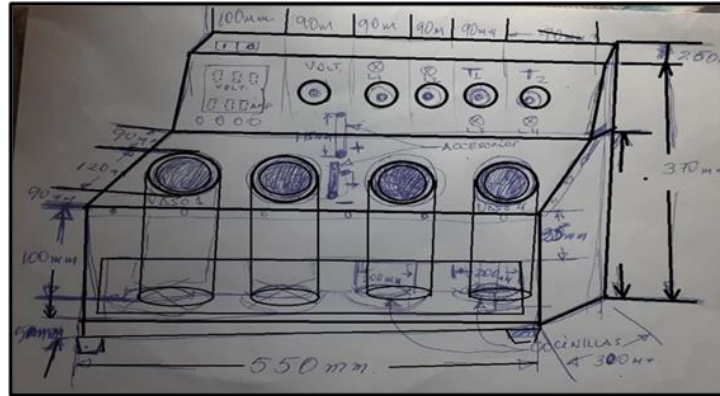
Ilustración 2. Diseño modular



Nota: Elaborado por los investigadores.

Se realizó el croquis, donde se dieron las formas, dimensiones y características principales del equipo de electrodeposición.

Ilustración 3. Croquis elaborado.



Nota: Elaborado por los investigadores.

La maqueta se elaboró con las dimensiones y características del diseño propuesto (Ilustración 4); a continuación se forró con papeles de los colores que se seleccionaron para una representación preliminar del equipo:

Ilustración 4. Maqueta construida.



Nota: Elaborado por los investigadores.

Resultados.

Las consideraciones de diseño del prototipo construido, disminuye la posibilidad de riesgo severo de contaminación al medioambiente, porque tiene un sistema de extracción y filtrado de gases contaminantes que se producen durante las aplicaciones didácticas; por tanto, el equipo construido no representa riesgo crítico de contaminación ambiental.

En el diseño del equipo, se han considerado dispositivos y componentes electrónicos modernos y no produce contaminación acústica ni vibración alguna, durante su funcionamiento; sin embargo, es recomendable que los usuarios tengan el acompañamiento de un maestro y las guías de ejecución de las prácticas.

En la etapa de diseño de un equipo de protección catódica, se debe considerar -por ética profesional- el comportamiento de los individuos, tomando conciencia de sus deberes y valores; asimismo, asumiendo sus responsabilidades (Gaibor & Nasimba, 2019).

Con referencia a las condiciones éticas, debemos precisar que el proceso de investigación se realizó aplicando transparencia y buena conducta investigativa, traducido en el respeto a los autores y utilizando el lenguaje científico en la comunicación objetiva de los resultados.

Los participantes no tienen afectación a su salud ni inseguridad, porque el ambiente donde se realizan las experimentaciones estará controlado, porque: tiene buenas condiciones de higiene, en cuanto al acceso y salida del lugar se encuentran señalizadas claramente. En caso de alguna emergencia podrán evacuar del lugar sin obstáculos.

El control de calidad del diseño se realizó a través de las técnicas de observación. Este procedimiento lo utilizamos con la finalidad de determinar por criterio de experto, las características de representación gráfica del diseño.

Ilustración 7. A.3 Componentes del prototipo y ensamblado en 3D.

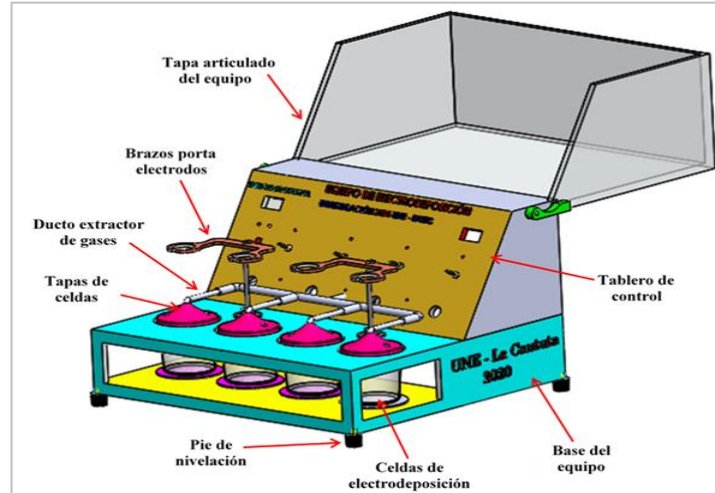
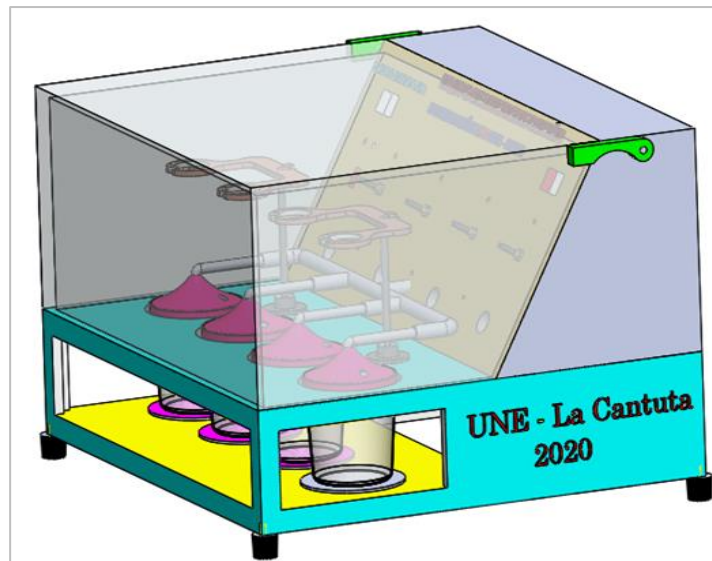


Ilustración 8. Ensamblado del prototipo de electrodeposición en 3D.



Discusión de resultados.

Evaluación del diseño.

El diseño del prototipo de electrodeposición para aprendizaje de procesos galvánicos se sometió a evaluación con dos expertos de la Universidad Nacional de Educación, considerados expertos en el área. Como criterios de selección, se consideraron los grados académicos y la experiencia como docentes universitarios en las áreas de:

- i) Enseñanza de la especialidad de electrónica.
- ii) Diseño de materiales instruccionales.
- iii) Especialista en pedagogía y didáctica.

Evaluador 1. Magíster en ciencias de la educación graduado en la UNE, con pregrado en la especialidad de Electrónica, docente en la categoría de Asociado del Departamento Académicos de Electrónica y Telemática de la Facultad de Tecnología, miembro de la Comisión de Calidad del mismo departamento académico.

Evaluador 2. Magíster en ciencias de la educación graduado en la UNE, con pregrado en la especialidad de Electrónica, docente en la categoría de Asociado del Departamento Académico de Electrónica y Telemática de la Facultad de Tecnología, profesor de didáctica y prácticas profesionales del Programa Académico de Telecomunicaciones e informática.

Evaluadora 3. Magíster en ciencias de la educación graduado en la UNE, con pregrado en la especialidad de Electrónica, docente en la categoría de Asociado del Departamento Académico de Electrónica y Telemática de la Facultad de Tecnología, miembro de la Comisión de Calidad del mismo departamento académico.

CONCLUSIONES.

El diseño del prototipo de electrodeposición tiene entre sus características principales: llevar en su estructura la aplicación de circuitos electrónicos de control para realizar procedimientos químicos que guardan relación con su funcionamiento, tiene forma modular con características industriales cuya aplicación principal es para los laboratorios de enseñanza y de aprendizaje. Es una alternativa a la falta de equipamiento en los talleres y/o laboratorios de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas de educación básica y superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Cantillo, A. B., Charris, J. R., Rodríguez, J. S., González, J. D., Rodríguez, E. Y., & Mckinley, J. R. (2016). Modelado dinámico del manipulador serial Mitsubishi Movemaster RV-M1 usando SolidWorks. *Revista UIS Ingenierías*, 15(2), 49-62.
2. Fonseca, B. B., Cornelio, O. M., & Pupo, I. P. (2020). Linguistic summarization of data in decision-making on performance evaluation. 2020 XLVI Latin American Computing Conference (CLEI), 268-274. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9458370>
3. Gaibor, J. S. Q., & Nasimba, J. P. L. (2019). La ética profesional en el diseño y construcción de sistemas de protección catódica. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 2019(4). 1-6.
4. García Sancho, A. (2019). Manual para el diseño paramétrico con SolidWorks. (Tesis de grado) Universidad de Valladolid.
5. Gasca, Y., & Mar, O. (2021). Design of the LAN Network of Hospital Comandante Manuel Piti Fajardo. *International Journal of Wireless and Ad Hoc Communication*, 2(2), 88-98. <http://www.americaspg.com/articleinfo/20/show/813>
6. Gordon, A. Z., Reyes, J. L. T., & Calderón, F. A. (2020). Diseño de una celda electrolítica para aplicación de recubrimientos metálicos. *Revista Ion*, 33(2), 35-47. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2020000200035
7. Leyva-Vázquez, M., Quiroz-Martínez, M. A., Portilla-Castell, Y., Hechavarría-Hernández, J. R., & González-Caballero, E. (2020). A new model for the selection of information technology project in a neutrosophic environment. *Neutrosophic Sets and Systems*, 32(1), 344-360. https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1494&context=nss_journal

8. Mar Cornelio, O. (2019). Modelo para la toma de decisiones sobre el control de acceso a las prácticas de laboratorios de Ingeniería de Control II en un sistema de laboratorios remoto. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.
9. Mar, O., G, G., Ching, I., & Bron, B. (2020). Remote Laboratory System for Automatic Engineering. *International Journal of Wireless and Ad Hoc Communication*, 1(2), 55-63.
10. Mojica Moreno, P., & Ayala Lozano, S. (2021). Diseño y fabricación de prototipos en el proceso de aprendizaje para los talleres de Electricidad y Mecánica en el Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 56, Iguala de la Independencia, Guerrero. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(4). 1-27.
11. Vargas, A. Z., Vargas, L. S., & Franco, J. A. (2017). Diseño de planta piloto para la obtención de plata granalla utilizando un sistema de electrodeposición cilíndrico cerrado (artículo profesional). *Nexo Revista Científica*, 30(2), 111-122.
12. Vázquez, M. L., Estupiñan, J., & Smarandache, F. (2020). Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas. *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas*, 14, 01-08.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Henry Hugo Alarcón Diaz.** Doctor en Educación. Profesor principal en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle-Perú. E-mail: halarcon@une.edu.pe
2. **Humberto Raúl Moreno Casachagua.** Maestro en Ciencias de la Educación con Mención en Administración Educacional. Profesor asociado en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle-Perú. E-mail: hmoreno@une.edu.pe

- 3. Miguel Quintana Ortiz.** Doctor en Educación. Profesor principal en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle-Perú. E-mail: mquintanao@une.edu.pe
- 4. Fidel Tadeo Soria Cuellar.** Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor principal en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle-Perú. E-mail: crisantemo50@hotmail.com
- 5. Amador Gregorio Sotelo Raymondi.** Maestro en Docencia Universitaria. Profesor asociado en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle-Perú. E-mail: asotelo@une.edu.pe

RECIBIDO: 4 de septiembre del 2021.

APROBADO: 30 de noviembre del 2021.