

Instructional Module: A Guide to Fostering Neuroplasticity in Engineering Education

Echeverria Angel, Ph. D.^{1,2} , Rumbaut Dayron, M. Sc¹ , Arboleda Guillermo M. Sc¹ ,
Tolozano Gabriela, M. Sc^{1,2} , Valderrey Michael Ph. D³ 

¹Universidad Bolivariana de Ecuador, (UBE).

²Instituto Superior Universitario Tecnológico Bolivariano, (ITB).

³Universidad Latinoamericana y del Caribe, (ULAC)

Abstract– When discussing education in the 21st century, it is also essential to consider new concepts that shape this process, particularly with the rise of neuroscience. Neologisms such as neuroplasticity have emerged to rethink how learning is constructed. Therefore, the purpose of this study is to evaluate the effectiveness of implementing an instructional module to foster neuroplasticity in general chemistry learning. This study employed an experimental design and was developed using the ADDIE methodology. The sample population consisted of 240 students from the preparatory course for mechanical and electrical engineering programs across three educational institutions in two countries in the region: in Ecuador, the Instituto Tecnológico Bolivariano de Tecnología (ITB) and the Universidad Bolivariana del Ecuador; and in Venezuela, the Universidad Latinoamericana y del Caribe (ULAC). The main results revealed that instructors do not design resources based on the principles of neuroplasticity, which hindered the learning process of a subject as crucial as chemistry. However, after applying the instructional module—designed according to neuroplasticity principles—students' learning outcomes improved, leading to better academic performance.

Keywords: instructional module; neuroplasticity; engineering education

Módulo instruccional: una guía para fomentar la neuroplasticidad en la formación ingenieril

Echeverria Angel, Ph. D.^{1,2} , Rumbaut Dayron, M. Sc¹ , Arboleda Guillermo M. Sc¹ ,
Tolozano Gabriela, M. Sc^{1,2} , Valderrey Michael Ph. D³ 

¹Universidad Bolivariana de Ecuador, (UBE).

²Instituto Superior Universitario Tecnológico Bolivariano, (ITB).

³Universidad Latinoamericana y del Caribe, (ULAC).

Resumen- Al hablar de educación en el siglo XXI, es hablar también de nuevos conceptos en los cuales dicho proceso se ve inmerso, sobre todo en el auge de las neurociencias, con neologismos como el de la neuroplasticidad, que surgieron para repensar la forma cómo se construye el aprendizaje. Por tanto, el presente estudio tiene como propósito evaluar la efectividad de la aplicación de un módulo instruccional para fomentar la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química general. Dicho estudio contó con un diseño experimental y se desarrolló bajo la metodología ADDIE. El estudio contó con una población muestral representada por 240 estudiantes del curso propedéutico de las carreras de ingeniería mecánica y eléctrica de tres casas de estudios de dos países de la región: por el Ecuador, el Instituto Tecnológico Bolivariano de Tecnología (ITB) y la Universidad Bolivariana del Ecuador; por Venezuela la Universidad Latinoamericana y del Caribe (ULAC). Los principales resultados mostraron que los docentes no diseñan recursos bajo los principios de la neuroplasticidad cuestión que dificultaba el aprendizaje de una asignatura tan importante como la química, por lo que, al aplicar el módulo instruccional, diseñado bajo los principios de la neuroplasticidad, se mejoraron los resultados de sus aprendizajes y, por tanto, el rendimiento académico.

Palabras claves: módulo instruccional; neuroplasticidad; formación ingenieril

I. INTRODUCCIÓN

La educación como fenómeno socio histórico que, pretende formar al individuo en su máxima expresión, está siendo repensada, no sólo desde los cimientos metodológicos, enfocados al arte de enseñar, sino también, desde los fundamentos filosóficos y antropológicos [1]. Los albores del siglo XXI removieron los fundamentos del arte de aprender, mucha desmitificación y el surgimiento de nuevas teorías y conceptos, tales como la neuroplasticidad.

Aunque el concepto tiene algo de historicidad, y su origen se dio en la ciencias médicas, de modo específico en la neurociencia a finales del siglo XIX e inicio del XX, con el aporte de investigaciones llevadas a cabo por algunos autores, tales como, William James [2], Eugenio Tanzi [3], Jerzy Konorski [4] y Donald Hebb [5], dicho concepto también permeó la ciencia educativa, pues lo que hasta hace un tiempo se consideraba como una verdad indiscutible el hecho de que el cerebro y sus neuronas no podían adaptarse a nuevos esquemas de aprendizaje, hoy en día, gracias a los avances de la neurociencia y el aporte de algunos autores [6] dicha postura se

considera falsa.

Por lo que, a partir del surgimiento del neologismo neuroplasticidad, el aprendizaje se comenzó a considerar como un proceso para toda la vida, no hay etapas ni momentos específicos de aprender [6]. El ser humano puede aprender a lo largo de toda la vida, desde la concepción hasta su muerte, pues como indican ciertos autores [7], la neuroplasticidad fue el concepto que revolucionó la educación, entendiéndolo como un proceso continuo, lo que permite a los pedagogos y psicopedagogos replantear la forma cómo el hombre aprende.

Por tanto, la neuroplasticidad influye significativamente en el aprendizaje, al ser el proceso que permite que el cerebro se adapte y reorganice en respuesta a las experiencias a lo largo de la vida. Este proceso dinámico es esencial para adquirir nuevas habilidades, recuperarse de lesiones y mejorar las funciones cognitivas. En este contexto, resulta fundamental examinar los mecanismos subyacentes de la neuroplasticidad y sus implicaciones en el aprendizaje, los cuales se presentan a continuación en función de la evidencia científica disponible:

1. Mecanismos de la neuroplasticidad:

- Plasticidad sináptica: implica cambios en la fuerza de las conexiones entre las neuronas, cruciales para el aprendizaje y la memoria a través de procesos como la potenciación a largo plazo (LTP) y la depresión a largo plazo (LTD) [8].
- Cambios estructurales: incluye alteraciones en la morfología neuronal, como la ramificación dendrítica y la densidad de la columna vertebral, que facilitan la formación de nuevos circuitos neuronales [8].
- 2. Aprendizaje y adaptación a lo largo de la vida:
 - Períodos críticos: la neuroplasticidad es más pronunciada durante las primeras etapas del desarrollo, pero continúa durante toda la vida, lo que permite un aprendizaje y una adaptación [9].
 - Influencia ambiental: la participación en actividades que suponen un desafío mental mejora la neuroplasticidad y promueve una mentalidad de crecimiento y el aprendizaje permanente [10].

Estos mecanismos subyacentes, jugaron un papel fundamental al momento de replantear la forma y los procesos que conlleva aprender, la educación en todas sus áreas formales se vio influenciada por el concepto de la neuroplasticidad, desde las ciencias sociales hasta las experimentales por poner algún ejemplo, aunque muy distintas en sus formas y técnicas usadas en

el proceso de enseñanza aprendizaje, las mismas han comprendido que con el uso de la neuroplasticidad puede fomentarse un aprendizaje significativo [11].

Esta verdad conllevó a que, muchos pedagogos también repensaran la forma de diseñar los recursos didácticos para llevar a cabo de manera efectiva el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es así, como a inicios del siglo XXI, uno de los recursos didácticos que tuvo gran influencia en el sector educativo, fue el “módulo instruccional”, considerado como un material didáctico que contiene todos los elementos que son necesarios para el aprendizaje de conceptos y destrezas al ritmo de/la estudiante y sin el elemento presencial continuo del instructor [12].

Esta característica, hizo del módulo instruccional una guía eficaz para fomentar un aprendizaje eficiente en el proceso educativo cuya modalidad era considerada hasta entonces como educación a distancia, sin embargo, en el transcurrir de los años muchos autores [13], [14] han perfeccionado su diseño y con el avance del concepto de la neuroplasticidad, se ha ido mejorando su construcción, algunos recomiendan diseñarlos de manera online, perfilando su intención y que su uso se realice en compañía de docentes tutores y en muchas áreas del aprendizaje.

Esto se hace necesario, pues desde la práctica docente a nivel global, la educación se encuentra enfrentando grandes retos [15], motivado a la necesidad de satisfacer las demandas de una población que requiere recursos didácticos efectivos y que tengan en cuenta los nuevos paradigmas de aprendizaje, donde la neuroplasticidad tiene un gran protagonismo.

Esta realidad, se experimenta en disciplinas tan técnicas como las ciencias exactas y experimentales, haciendo énfasis en la asignatura química, la cual, presenta un alto nivel de complejidad, donde discernir conceptos abstractos y aplicarlos en situaciones reales, competencias fundamentales que los alumnos deben desarrollar para triunfar en su proceso formativo [15], se ha convertido en un reto, pues muchas veces es estudiada sin la perspectiva de la neuroplasticidad y el uso debido de recursos pedagógicos que fusionen eficazmente la teoría con la práctica.

Esta problemática fue una de las detectadas por los investigadores en dos países de la región: Ecuador y Venezuela. En dichos países, se evidenció que los estudiantes del programa propedéutico en las carreras de ingeniería mecánica y eléctrica de los institutos de educación superior: Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE); Instituto Tecnológico Bolivariano de Tecnología (ITB) y la Universidad Latinoamericana y del Caribe (ULAC), se encuentran con obstáculos en la comprensión de la asignatura química general [16], esto debido a que los docentes de dicha asignatura en cualquiera de las latitudes e instituciones mencionadas, no están usando los postulados de la neuroplasticidad, dejando sin efecto el uso de los mismos en la construcción de recursos didácticos óptimos para la enseñanza.

Conllevando esto, por tanto, a una serie de fenómenos problematizadores, tales como: bajo rendimiento académico, la no comprensión de conceptos complejos y abstracto, la no comprensión de aplicabilidad en la vida real, entre otros. Haciendo caso omiso a recomendaciones brindada por

23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Engineering, Artificial Intelligence, and Sustainable Technologies in service of society”. Hybrid Event, Mexico City, July 16 - 18, 2025

investigadores, los cuales manifiestan que la incorporación de módulos educativos diseñados bajo los principios de la neuroplasticidad puede ser una respuesta eficaz para tratar estas carencias [7].

De dichas problemáticas identificadas por los investigadores, llama la atención una de manera especial: la ausencia de recursos educativos, llámese manual, guía o módulos instruccionales, que sean organizados, sistematizados, estructurados con una calidad cognitiva de modo que, respalden el proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de la química general. Y esa calidad cognitiva puede darse haciendo uso de los principios de la neuroplasticidad.

La falta de dichos recursos didácticos que fusionen la teoría con la práctica a través de módulos instruccionales obstaculiza, tal como mencionan algunos autores [14], la asimilación de saberes científicos complejos. Teniendo un impacto, no solo en el entendimiento conceptual, sino también en la habilidad de los alumnos para poner en práctica los conocimientos adquiridos en contextos reales [17].

Estos desafíos detectados en los alumnos del propedéutico, tanto de la carrera de ingeniería mecánica como eléctrica, se da luego de una serie de hallazgos productos de evaluaciones continuas que se realizaron durante el periodo escolar 2023-2024. Por lo que, entender los temas de química general, particularmente en campos que demandan capacidades de análisis y solución de problemas se presentan como desafíos. Dichos hallazgos señalan que, los alumnos presentan dificultades para incorporar conceptos teóricos y emplearlos en contextos prácticos. Todo ello puede ser resultado a la ausencia de recursos educativos organizados, como módulos instruccionales que, traten eficazmente los temas científicos.

Por tal razón, el presente estudio tiene como propósito evaluar la efectividad de la aplicación de un módulo instruccional para fomentar la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química general, elaborado bajo la plataforma Moodle considerando la estructura modelo hexagonal de diseño instruccional [18] y los principios de la neuroplasticidad.

II. METODOLOGÍA

La ruta metodológica seguida por los investigadores para dar cumplimiento al objetivo propuesto fue el modelo instruccional ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) el cual es ampliamente conocido por su enfoque sistémico para desarrollar programas educativos efectivos [17], donde cada fase se adoptó para dar cumplimiento a la misma.

a- Fase de análisis

Para llevar a cabo el proceso de análisis, la investigación se basó bajo el paradigma positivista-cuantitativo, pues el mismo se establece en la idea de que el escenario investigativo es objetivo y como tal, debe de ser medido y cuantificado [19]. Y su aplicación en el entorno educativo, este paradigma se empleó para determinar la efectividad de intervenciones académicas a través de la recolección de información numérica y que tuvo como aplicación la implementación de un módulo instruccional. Por lo que, este paradigma facilitó la comparación de resultados

antes y después de la implementación del módulo, es decir, pre test o post test [18] proporcionando evidencia empírica acerca de su efectividad.

La misma contó con un diseño experimental y nivel de evaluativo, pues se buscó entender las causas y el impacto que se suscitan a causa de las intervenciones educativas [20]. Esto supuso, no solo evaluar el desempeño escolar de los alumnos, sino también investigar los mecanismos mediante los cuales el módulo potencia la comprensión y memorización de los conceptos, como indican algunos autores [21] es necesario indagar cómo la utilización de recursos multimedia y actividades interactivas promueve un aprendizaje activo y la implicación de los alumnos.

En cuanto a la población objeto de estudio, la misma estuvo representada por 240 estudiantes del curso propedéutico de las carreras de ingeniería mecánica y eléctrica. Dichos estudiantes conforman de igual modo la muestra objeto de estudio y representan por cada universidad 80 estudiantes, 40 del paralelo I (octubre 2023-marzo 2024) y 40 estudiantes del paralelo II (abril 2024-septiembre 2024) tanto de la Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE); del Instituto Tecnológico Bolivariano de Tecnología (ITB) y la Universidad Latinoamericana y del Caribe (ULAC).

A dicha población muestral se le aplicó un test de evaluación (prueba de conocimiento) para determinar el nivel de cognición de los alumnos en el área de Química General. Esta prueba diagnóstica evaluó el dominio de los alumnos objeto de estudio. La herramienta se segmentó en dos dimensiones que correspondían a la valoración cualitativa y la solución de problemas. Los resultados evidenciados en la prueba diagnóstica, fueron los siguientes:

- Poca resolución de los ejercicios planteados, solo el 15% de la muestra superó la nota mínima aprobatoria.
- En cuanto al desarrollo y resolución de fórmulas químicas, el 85% los estudiantes no lograron realizar ni superar los ejercicios expuestos.

En cuanto al análisis cualitativo, se pudo evidenciar que:

- Los estudiantes necesitan recursos que estimulen conexiones neuronales más sólidas mediante actividades que fomenten el razonamiento lógico, la resolución de problemas complejos y el pensamiento crítico.
- Los métodos tradicionales que no involucran recursos visuales, auditivos o kinestésicos limitan la del cerebro para aprender de manera integral.
- Los estudiantes requieren actividades que les permitan reforzar la retención de conceptos técnicos mediante estrategias como la repetición espaciada y la asociación significativa.

En conclusión, esta fase de análisis permitió a los investigadores identificar las necesidades particulares de los estudiantes, ofreciendo directrices para la construcción de la

siguiente fase.

b- Fase de diseño y desarrollo

A partir del análisis efectuado, el diseño de la propuesta se centró en la creación de actividades prácticas alineadas con los objetivos de aprendizaje y los beneficios que brinda los principios de la neuroplasticidad. [7]. Tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Las necesidades de los estudiantes de propedéutico de las carreras de ingeniería mecánica y eléctrica.
- Las metas y objetivos instruccionales del módulo.
- Las estrategias pedagógicas y cómo alcanzar las metas instruccionales.
- Las unidades, lecciones y contenidos
- El diseño del contenido y la secuencia de la instrucción, como se puede visualizar en la tabla 1.
- Y las evaluaciones a desarrollar por los estudiantes.

La fase de desarrollo incluyó la creación de materiales didácticos interactivos, desarrollando el módulo instruccional en la plataforma Moodle. A continuación, se muestra la tabla 1, donde quedan manifiestos los contenidos y sus respectivos objetivos con los que contó el diseño del módulo instruccional:

TABLA 1

Diseño del contenido del módulo Instruccional: Una guía para fomentar la neuroplasticidad en la formación ingenieril.

Unidad I: Leyes de los gases				
Objetivo: Identificar los elementos químicos de los gases y sus compuestos principales desde la perspectiva de su importancia económica, industrial, medioambiental y en la cotidianidad.				
Contenido	Actividades	Objetivo terminal	Recursos	Responsables
<ul style="list-style-type: none"> El comportamiento y características de los gases de diversas índoles químicas, desde gases simples hasta compuestos gaseosos. La teoría cinético-molecular de Bernoulli de los gases. Las propiedades generales de los gases y las magnitudes relacionadas al estado de agregación en un sistema. Las leyes de los gases ideales: 	Taller de socialización que permita comprender los fundamentos teóricos de las leyes de los gases, desde lo más simple hasta los más complejos.	<p>Al finalizar esta unidad los estudiantes deberán ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicar las propiedades y leyes de los gases, reconoce los gases cotidianos, identifica los procesos físicos y su incidencia en la salud y el ambiente. Analizar y clasificar las propiedades de los gases que se generan en la industria y vida cotidiana 	<ul style="list-style-type: none"> Salón de clases Sala de computación Equipo de proyección Laboratorio Materiales de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> Docentes Auxiliares docentes Estudiantes
Unidad II: Soluciones, fluidos y concentraciones porcentuales.				
Objetivo: Reconocer los tipos de sistemas dispersos según el estado de agregación de sus componentes y el tamaño de las partículas de su fase dispersa				
Contenido	Actividades	Objetivo terminal	Recursos	Responsables
<ul style="list-style-type: none"> Los sistemas dispersos y las características que presenta de acuerdo a sus fases y al comportamiento de estas. La solución y las partes que la conforman. La solubilidad de las sustancias y el proceso de disolución de estas. 	Taller de socialización que permita comprender los fundamentos teóricos de las soluciones, fluidos y concentraciones porcentuales.	<p>Al finalizar esta unidad los estudiantes deberán ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Examinar y clasificar las características de los distintos tipos de sistemas dispersos según el estado de agregación de sus componentes y el tamaño de las partículas de la fase dispersa. 	<ul style="list-style-type: none"> Salón de clases Sala de computación Equipo de proyección Laboratorio Materiales de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> Docentes Auxiliares docentes Estudiantes
Unidad III: Cinética química				
Objetivo: Clasificar los tipos de reacciones y reconocer los estados de oxidación de los elementos y compuestos, y la actividad de los metales.				
Contenido	Actividades	Objetivo terminal	Recursos	Responsables
<ul style="list-style-type: none"> La teoría de las colisiones de átomos y moléculas de Lewis. La energía de activación de los reactivos en una reacción química. Velocidad de reacción y su relación con otros procesos químicos. Naturaleza de los reactivos. 	Taller de socialización que permita comprender los fundamentos teóricos de la cinética química	<p>Al finalizar esta unidad los estudiantes deberán ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Clasificar los tipos de reacciones y reconocer los estados de oxidación de los elementos y compuestos, y la actividad de los metales. 	<ul style="list-style-type: none"> Salón de clases Sala de computación Equipo de proyección Laboratorio Materiales de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> Docentes Auxiliares docentes Estudiantes
Unidad IV: Equilibrio químico				
Objetivo: Sintetizar la importancia del equilibrio químico en hechos esenciales, conceptos, principios y teorías.				
Contenido	Actividades	Objetivo terminal	Recursos	Responsables
<ul style="list-style-type: none"> Las reacciones químicas reversibles e irreversibles. Sistemas de reacción de orden abierto, cerrado y aislado. Equilibrio químico. La constante de equilibrio químico. Constante K. El principio de Le Chatelier. 	Taller de socialización que permita comprender los fundamentos teóricos del equilibrio químico y comparar y examinar las reacciones reversibles e irreversibles en función del equilibrio químico.	<p>Al finalizar esta unidad los estudiantes deberán ser capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deducir la posibilidad de que se efectúen las reacciones químicas de acuerdo con la transferencia de energía y la presencia de catalizadores; 	<ul style="list-style-type: none"> Salón de clases Sala de computación Equipo de proyección Laboratorio Materiales de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> Docentes Auxiliares docentes Estudiantes

Fuente: Los autores (2024)

a- Fase de implementación y evaluación

En cuanto a la implementación del módulo instruccional, el mismo se llevó a cabo a través de la plataforma Moodle, la cual es reconocida por sus capacidades para gestionar y organizar contenidos educativos y facilitar el seguimiento del progreso de los estudiantes [22]. En ella, se diseñaron los contenidos programáticos presentados en la tabla 1 siguiendo los principios de la neuroplasticidad, tales como:

- La activación de múltiples rutas sensoriales, en donde se integraron actividades con características visuales (gráficos moleculares o diagramas de reacciones), auditivas (videos explicativos) y manipulativas (experimentos y simulaciones en laboratorios virtuales). Todas ellas promueven conexiones neuronales sólidas y variadas [23]

- Ejercicios de repetición espaciada y variada, pues se incorporaron revisiones periódicas de conceptos y ejercicios que refuerzan los temas en intervalos estratégicos permitiendo la consolidación de conocimientos y que los mismos sean menos propenso al olvido [24].

- Tareas desafiantes y de resolución de problemas, pues se incluyeron problemas de la química general que tengan ciertas características de complejidad que promuevan el análisis crítico, el razonamiento y la aplicación en contextos reales y novedosos, lo que incentiva al cerebro a generar nuevas rutas neuronales y a aplicar el conocimiento de manera flexible [25].

- Reflexión metacognitiva, pues se incluyeron secciones de autoevaluación donde los estudiantes conscientemente debían reconocer sus avances y ajustar sus enfoques reflexionando sobre sus propias estrategias de aprendizajes y comprensión [26].

III. RESULTADOS

Este apartado se fundamenta con los resultados de aprendizaje obtenidos una vez implementado el módulo instruccional, que transitó como una guía para fomentar la neuroplasticidad en el aprendizaje de la química general, y cuyos resultados fueron significativos por varios aspectos, a saber:

1. En cuanto a la unidad I: leyes de los gases. Los resultados se muestran en la Figura 1, donde se visualiza que el 85% de los estudiantes logró el objetivo propuesto en la unidad, es decir, identificar los elementos químicos de los gases y sus compuestos principales desde la perspectiva de su importancia económica, industrial, medioambiental y en la cotidianidad. Estos hallazgos refuerzan la eficacia de usar módulos instruccionales en línea como herramienta de aprendizaje, no solo en contextos educativos básicos, sino también en niveles académicos más avanzados, como lo sugieren investigaciones previas [26]

La implementación del módulo instruccional bajo los principios de la neuroplasticidad permitió a los estudiantes abordar problemas complejos, facilitando el desarrollo de

habilidades críticas como la resolución de problemas y el pensamiento lógico, competencias esenciales para la educación superior. Esto subraya el potencial de la neuroplasticidad para fomentar un aprendizaje significativo en entornos académicos diversos.

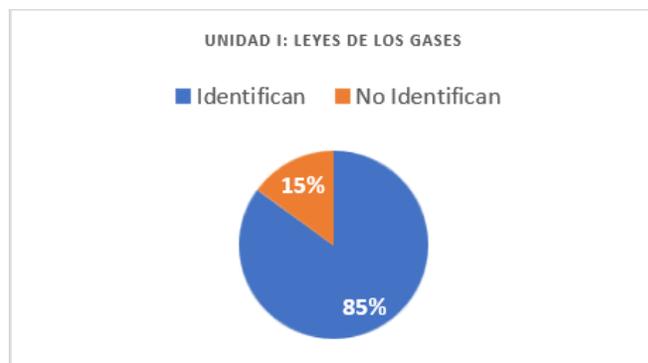


Fig. 1. Identificar Los Elementos Químicos De Los Gases Y Sus Compuestos
Fuente: Los autores (2024)

2. En cuanto al objetivo propuesto en la unidad II: Soluciones, fluidos y concentraciones porcentuales. La métrica expresada en la Figura 2, muestra que una vez aplicado el módulo instruccional y realizadas las actividades de evaluación de dicha unidad, el 92% de los estudiantes si logró reconocer los tipos de sistemas dispersos según el estado de agregación de sus componentes y el tamaño de las partículas de su fase dispersa.

Esto puede estar relacionado con el hecho de que los contenidos fueron diseñados haciendo uso de recursos que estimulen las conexiones neuronales más sólidas mediante actividades que fomenten el razonamiento lógico.



Fig. 2. Reconocer Los Tipos De Sistemas Dispersos
Fuente: Los autores (2024)

3. Los resultados alcanzados en la unidad III y que se muestran en la figura 3, referente a la cinética química, demuestran que el 91% de los estudiantes si lograron clasificar los tipos de reacciones y reconocer los estados de

oxidación de los elementos y compuestos, y la actividad de los metales permitiendo así el objetivo planteado.

Esto demuestra la capacidad del módulo instruccional para conectar los conceptos de la cinética química con aplicaciones del mundo real, favoreciendo la transferencia del conocimiento a contextos prácticos. Favorecido por la construcción de recursos visuales y auditivos bajo los principios de la neuroplasticidad, donde se incluyeron actividades como tareas desafiantes y resolución de problemas prácticos, lo que incentiva al cerebro a buscar nuevas rutas neuronales y aplicar el conocimiento de manera flexible.



Fig. 3. Clasificar Los Tipos De Reacciones
Fuente: Los autores (2024)

4. En cuanto a la unidad IV relacionado al equilibrio químico, los resultados mostraron que el 90% de los estudiantes logró sintetizar la importancia del equilibrio químico en hechos esenciales, conceptos, principios y teorías, destacando la claridad y relevancia de los contenidos, así como la utilidad de las herramientas tecnológicas en la construcción del aprendizaje.

Los resultados manifiestos en la Figura 4, revelan que los estudiantes apreciaron especialmente la naturaleza interactiva y visual del curso, lo cual les permitió aprender de manera más efectiva en comparación con métodos tradicionales. Este resultado es consistente con estudios previos que han demostrado que los enfoques interactivos y visuales mejoran la comprensión y retención del conocimiento [26].

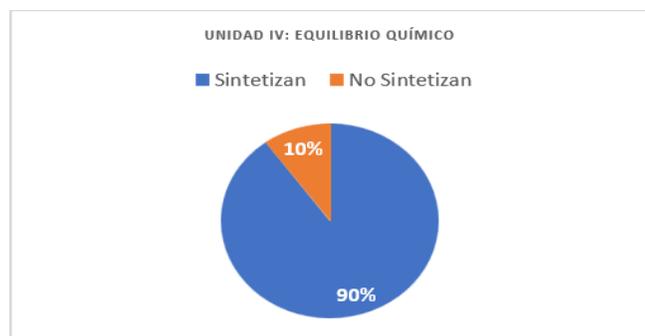


Fig. 4. Sintetizar La Importancia Del Equilibrio Químico.
Fuente: Los autores (2024)

Una vez aplicado el módulo instruccional y evaluada de manera procesual todas las unidades, los investigadores desarrollaron una evaluación integrada para medir el conocimiento adquirido por parte de los estudiantes, de manera que se pueda evaluar también la efectividad de la propuesta.

La tabla 2 muestra la prueba emparejada, donde se contrasta las calificaciones obtenidas en el pre-test y post-test. La diferencia media en los puntajes entre ambas valoraciones fue de -15,803357 tal como se puede observar en la tabla 2, lo que demuestra un incremento en las calificaciones después de la intervención del módulo. Mientras que, la desviación estándar fue de 14,09374 evidenciando la variabilidad de las diferencias individuales entre los puntajes de ambas calificaciones. El valor de la significancia bilateral es de ,000 (menor a ,05) demostrando que la mejora de las notas en el post-test es estadísticamente significativa.

Por otro lado, se determinó una varianza de 153,588 en el pre-test mientras que en el valor en post-test fue de 242,924. Esta diferencia demuestra una mayor heterogeneidad en las calificaciones. Confirmando que los alumnos tuvieron un mayor entendimiento en la asignatura Química General, esto puso de manifiesto la necesidad de estrategias de enseñanza para abordar diversa necesidad de aprendizaje. Estos hallazgos indican que el módulo instruccional tuvo un efecto positivo y significativo en el aprendizaje de los estudiantes, incrementando sus calificaciones en el post-test en comparación con el pre-test.

Tabla 2

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
Pa r 1 Pretest Postest	-15,80357	14,09374	1,88335	19,577 90	-12,02924	-8,39	55 ,000	

Fuente: Los autores (2024)

IV. CONCLUSIONES

El desarrollo del Módulo Instruccional bajo los principios de la neuroplasticidad y su aplicación, tuvo efectos positivos en el rendimiento académico de los estudiantes. Por lo que, las conclusiones a las que llegaron los investigadores se presentan en función del cumplimiento de los objetivos específicos planteados:

- La evaluación de diagnóstico inicial, proporcionó información importante para determinar el nivel previo al módulo instruccional en la asignatura de Química General de los estudiantes de propedéutico de la carrera de ingeniería mecánica e eléctrica. Donde se determinó una media de 88,3929 y de 104,1964 en la evaluación final, dando una media en la prueba emparejada de -15,80357.

- Se diseñó e implementó el módulo instruccional en la asignatura de Química General, cuya finalidad incidió en mejorar la comprensión de los principios básicos de la química general teórico y práctico.

- Los hallazgos en el presente estudio, corrobora la hipótesis planteada, donde la implementación de un módulo instruccional diseñado bajo los principios de la neuroplasticidad mejora significativamente la comprensión de los contenidos de la química general.

En cuanto a las recomendaciones, los investigadores sugieren:

- Ejecutar el módulo instruccional en diversas asignaturas como física, matemáticas, con el propósito de identificar debilidades y evaluar su efectividad.

- Efectuar evaluaciones regulares a fin de monitorear la evolución de los estudiantes en una determinada asignatura, lo que permitirá ajustar el módulo instruccional para preservar su efectividad.

- Identificar la percepción de los estudiantes en relación al módulo instruccional con la finalidad de optimizar su contenido a sus necesidades.

- Potenciar el módulo instruccional a través de investigación científica que permita implementar nuevas metodologías que transformen la enseñanza en escenarios modernos.

- Capacitar a los maestros en el uso de herramientas interactivas y en la neuroplasticidad a fin de potenciar el impacto en el proceso de enseñanza aprendizaje.

REFERENCIAS

[1] Morales, G., Reza-Suárez, L., & Galindo-Mosquera, S. (2019). ¿Qué significa “fundamentos filosóficos” de un modelo educativo de calidad? *Revista Ciencia UNEMI*, 12(31), 116-127. <https://doi.org/ISSN: 2528-7737>.

[2] James, W. (1890). *Principios de psicología* [Principles of psychology]. México: Fondo de Cultura Económica, 1989

[3] Tanzi, E. (1893). I fatti e le induzioni dell'odierna istologia del sistema nervoso. *Rivista Sperimentale di Freniatria e Medicina legale*, 19, 419-472.

[4] Konorski, J. (1948). *Conditioned reflexes and neuron organization*. Cambridge: University Press

[5] Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior; a neuropsychological theory*. New York: Wiley.

[6] Ordóñez, D. L., Bonilla Márquez, D. D., Macías España, E., & Vásquez Méndez, A. S. (2023). Plasticidad cerebral: Como el cerebro se adapta y cambia en respuestas a diferentes estímulos. *Revista E-IDEA*, 5(17), 16-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.53734/mj.vol5.id282>.

[7] Garcés Vieira, M., & Suárez, J. (2014). Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *Rev CES Med*, 28(1), 119-132. <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v28n1/v28n1a10.pdf>

[8] S. Dey, A. Arya, A. Raut, S. Katta, and P. Sharma, “Exploring the Role of Neuroplasticity in Stroke Rehabilitation: Mechanisms, Interventions and Clinical Implications,” *International Journal For Multidisciplinary Research*, vol. 6, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.36948/ijfmr.2024.v06i02.18483.

[9] J. W. Dalley and V. Leong, ‘Neuroplasticity’, Cambridge University Press, 2023, pp. 366–376 [Online]. Available: 10.1017/9781911623137.054.

[10] R.-M. Stăneiu, “Nurturing Neuroplasticity as an Enabler for Growth Mindset through Lifelong Learning and Knowledge Dynamics,” *Proceedings of the ... International Conference on Business Excellence*, vol. 17, pp. 1264–1274, Jul. 2023, doi: 10.2478/picbe-2023-0113.

[11] Cárdenas, F. A. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 12(3), 333-346. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251019510007>

[12] Mora, J. C. R., Castro, V. E., Echeverría, A. Y., & Guzmán H. R. (2024). Módulo Instruccional para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje del cultivo de arroz: Instructional Module to strengthen the teaching and learning process of rice cultivation. *Revista Científica*, 9(Ed. Esp.), 38–56. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.E.2.38-56>

[13] DICK & CAREY (2006).- OpenContent Wiki. Recuperado el 23 de noviembre de 2024 desde http://www.opencontent.org/wiki/index.php?title=Dick_%26_Carey

[14] Dorrego, E. (1997) *Diseño instruccional de los medios y estrategias cognitivas*. Comunicar, núm. 8, marzo, 1997 Grupo Comunicar Huelva, España. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15800820>

[15] Ramírez Sandiford, M. E., Badillo Ortega, L. E., Echeverría Guzmán, Ángel Y., & Guzmán Hernández, R. (2024). Estrategias didácticas visuales para mejorar el rendimiento académico en la asignatura emprendimiento y gestión: Visual Didactic Strategies to Enhance Academic Performance in the Subject of Entrepreneurship and Management.

[16] Mendoza, L., Fernández, & González, C. (2023). La neuroplasticidad, la neuroeducación y la multidisciplinariedad: una relación en el trabajo en red actualmente. *Gade: rev. Cient*, 3(2), 249-265. <https://doi.org/ISSN: 2745-2891>.

[17] Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 42(5), 34-37. <https://doi.org/10.1002/pfi.4930420508>

[18] Castellano, J. M., & Silva, M. S. (2022). Conocimiento previo sobre investigación educativa y hábitos culturales en estudiantes de maestría. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, 5(S2), 339-351. <https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.51247/st.v5iS2.273>.

[19] Miranda, S., & Ortiz, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 11(21). <https://doi.org/https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>

[20] Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Arequipa: ENFOQUES CONSULTING EIRL. <https://doi.org/ISBN: 978-612-48444-2-3>

[21] Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.

[22] Dougiamas, M., & Taylor, P. C. (2003). Moodle: Using learning communities to create an open source course management system. En *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 171-178). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

[23] Camino, J. (2023) *Estimulación de la percepción multisensorial*. ISBN: 978-9942-44-898-9

[24] Kandel, E. R. (2000). *Mecanismos celulares del aprendizaje y sustrato biológico de la individualidad* [Cellular mechanisms of learning and

- biological substrate of individuality]. En E. R. Kandel, J. H. Schwartz, & T. M. Jessel (Eds.), *Principios de neurociencia [Principles of neuroscience]* (pp. 1247-1279). Madrid, España: McGraw-Hill, 2001.
- [25] Jennings, J. M., & Jacoby, L. L. (2003). Improving memory in older adults: training recollection. *Neuropsychological Rehabilitation*, 13(4), 417-440.
- [26] Góngora, parra, y., & Martínez Leyet, O. (2012). Del diseño instruccional al diseño de aprendizaje con aplicación de las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, Noviembre, 342-360. Recuperado en julio de 2024, de www.redalyc.org: <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024652016.pdf>