

La realidad aumentada como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG

Fabio Justiniano Angulo Cabezas

Jose Eduin Cundumi Tobar

Silvio Sebastián Villota López

Universidad CESMAG

Facultad de Educación

Licenciatura en Química

San Juan de Pasto

2023

La realidad aumentada como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG

Fabio Justiniano Angulo Cabezas

José Eduin Cundumi Tobar

Silvio Sebastián Villota López

Trabajo de grado como requisito para optar al título de Licenciado en Química

Asesora: Genny Alejandra Mera Córdoba

Universidad CESMAG

Facultad de Educación

Licenciatura en Química

San Juan de Pasto

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, noviembre de 2023

Nota de exclusión

Todo el contenido expresado en este trabajo de titulación es de única responsabilidad de los autores y no compromete los principios de la Universidad CESMAG.

Dedicatoria

Quiero dedicar unas palabras especiales a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza durante todo el proceso de mi trabajo de grado. Sin su amor incondicional y su infinita sabiduría, no hubiera sido posible llegar hasta este punto. Agradezco a Dios por cada paso que he dado, por cada obstáculo superado y por cada logro alcanzado.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre Benita Teresa Cabezas Landázuri, Mamá, tu amor incondicional, apoyo y sacrificio han sido fundamentales en mi camino hacia el éxito. Gracias por ser mi inspiración y por ser mi guía constante. Tu amor y dedicación han sido la fuerza impulsora que me ha llevado a superar cada obstáculo y alcanzar mis metas. Te agradezco de todo corazón por estar siempre a mi lado, brindándome palabras de aliento y motivación cuando más lo necesitaba. Tu sabiduría, paciencia y determinación son un ejemplo para mí y me han enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi padre José Mauro Angulo Quiños Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi querido padre por su apoyo incondicional durante todo mi trabajo de grado. Tu constante aliento, sabiduría y amor han sido fundamentales en cada paso del camino. Gracias por ser mi inspiración y por creer en mí. Te amo y valoro todo lo que has hecho por mí.

A mis hermanos por su apoyo incondicional durante todo mi trabajo de grado. Su amor, aliento y apoyo han sido fundamentales en este proceso. Gracias por estar siempre ahí para mí, por brindarme consejos y por celebrar mis logros.

Fabio Justiniano Angulo Cabezas

Dedicatoria

Estoy enormemente agradecido/a mi familia por su incondicional apoyo y comprensión a lo largo de mi trayectoria académica y durante la realización de este trabajo de grado.

Deseo agradecer a mis amigos y compañeros de clase por su aliento, motivación y valiosas contribuciones durante el desarrollo de este proyecto.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis por su guía experta y apoyo constante durante todo el proceso de investigación.

José Eduin Cundumi Tobar

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado, a una persona que aun puedo sentir; que fue el mejor ejemplo de bondad, a quien hizo un hombre de principios, pero odio los finales. Ella es mi Abuela Laura, y a pesar de que esta en el cielo, fue el motor que impulso este logro, no encuentro palabras, para agradecerte por todo el amor que nos brindaste, y lo digo en plural porque lo hiciste con toda tu familia, este proyecto va dedicado a ti.

A mi Padre, Silvio Villota, un hombre trabajador, que es el mejor ejemplo de superación, a quien admiro y amo demasiado. La persona que me inculco y fomento buenos valores, te agradezco por enseñarme a sobre llevar las dificultades que se presentan en la vida, quiero decirte que, en otra vida, te elegiría de nuevo como mi papá, simplemente porque eres el mejor, me siento muy orgulloso de ser tu hijo.

A mi Madre, Liliana López, quien es mi apoyo, y aunque no expreso mis sentimientos quiero que sepas que te amo demasiado, además quiero darte las gracias por hacer de mí una buena persona, para mi tu eres la mejor mamá del mundo. Gracias por darme tu cariño y afecto, y ser quien me llena de energía para cumplir mis sueños, y este en uno de esos, para ti madre.

A mi hermano Cristian, una persona muy sincera y humilde, que a pesar de su edad me enseñado muchas cosas, tú eres esa persona que siempre me acompaña, el que está en las buenas y malas. Te amo mucho, decirle que quiero verlo cumplir sus sueños, y que sea muy feliz, que esa sonrisa que te caracteriza nunca la pierdas, ten por seguro que por ti soy capaz de dar mi vida.

Y por último agradecer a todas esas personas que fueron parte de mi proceso como persona, familiares, amigos, y mis primos, que no podían faltar, son personas que me alegran la vida, mis tíos y tías, por sus sabios consejos y apoyo constante han sido una guía fundamental en mi vida., y a una persona que ha estado desde el principio de este logro. Su presencia ha significado un regalo inigualable en mi vida.

Silvio Sebastian Villota López

Contenido

Introducción	14
1. Problema de investigación	18
1.1. Objeto o tema de investigación	18
1.2. Línea de investigación.....	18
1.2.1. Sub-línea de investigación.....	18
1.3. Contextualización.....	18
1.3.1. Macrocontexto	18
1.3.2. Microcontexto.....	20
1.4. Descripción del problema.....	20
1.5. Formulación	22
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos.....	22
1.7. Justificación.....	23
2. Marco referencial	24
2.1. Antecedentes investigativos	24
2.2. Referente documental histórico.....	26
2.3. Referente teórico-conceptual del problema.....	27

2.3.1. Historia de la química.....	27
2.3.2. Aprendizaje.....	28
2.3.3. Enseñanza-Aprendizaje	28
2.3.4. Enseñanza-Aprendizaje en relación con la realidad aumentada y la hibridación del carbono	29
2.3.5. Realidad Aumentada.....	29
2.3.6. Las TIC	29
2.3.7. Hibridación del carbono	30
2.3.8. Estrategia	33
2.4. Referente teórico conceptual de categorías y subcategorías	33
2.4.1. Unidad didáctica	33
2.4.2. Aprendizaje significativo.....	35
2.4.3. Pedagogía.....	36
2.4.4. Enseñanza	37
2.4.5. Estrategia didáctica.....	38
2.4.6. Conocimiento.....	39
2.5. Referente legal.....	39
3. Metodología	41
3.1. Paradigma.....	41
3.2. Enfoque	41

3.3. Método	42
3.4. Unidad de análisis	42
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	44
3.5.1. Observación participante	44
3.5.2. Encuesta.....	45
3.6. Viabilidad.....	45
3.7. Talento Humano.....	46
3.8. Recursos bibliográficos	46
3.9. Recursos físicos.....	46
3.10. Recursos Audiovisuales - Tecnológicos	47
4. Propuesta de intervención	47
4.1. Título	47
4.2. Caracterización de la intervención	47
4.2.1. Pensamiento pedagógico	49
4.3. Referente teórico-conceptual de la propuesta de intervención pedagógica	49
4.4. Plan de actividades y procedimientos	51
4.4.1. Proceso metodológico.....	51
4.4.2. Proceso didáctico	55
4.4.3. Recursos.....	58
5. Análisis e interpretación de resultados	59

5.1. Análisis sobre comprensión de los conceptos de hibridación del carbono antes y después de la implementación de la estrategia didáctica	60
5.1.1. Pre y post test cuarto semestre.....	60
5.1.2. Pre test y post test séptimo semestre	65
5.1.3. Estrategia didáctica.....	74
5.2. Análisis global de los resultados	75
5.2.1. Aplicación de la realidad aumentada como recurso para mejorar el aprendizaje de hibridación del carbono	76
5.2.2. Relación docente/estudiante	78
Conclusiones.....	79
Recomendación.....	81
Referencias.....	82
Anexos	88

Lista de Tablas

Tabla 1. Cuestionario diagnóstico (pre-test y test final).....	51
Tabla 2. Momentos de la Guía hibridación del carbono.....	55
Tabla 3. Formato Guía Hibridación del carbono	56
Tabla 4. Resultados del pre test estudiantes de séptimo semestre	65
Tabla 5. Test final séptimo semestre.....	67

Lista de Figuras

Figura 1. Universidad CESMAG.....	119
Figura 2. Marcador.....	30
Figura 3. Hibridación del carbono RA.....	31
Figura 4. Hibridación sp^3	32
Figura 5. Hibridación sp^2	32
Figura 6. Hibridación sp	32
Figura 7. Resultados pre y post test cuarto semestre programa de Licenciatura en Química.....	60
Figura 8. Resultados del diagnóstico en relación con la pregunta 4 (4° semestre).....	61
Figura 9. Resultados de la evaluación final después de la aplicación de la realidad aumentada (4° semestre)	61
Figura 10. Resultados del diagnóstico en relación con la pregunta 6 (4° semestre).....	62
Figura 11. Resultados de la evaluación final después de la aplicación de la realidad aumentada (4° semestre)	62
Figura 12. Resultados prueba diagnóstica en relación con la pregunta 12 (4° semestre).....	63
Figura 13. Resultados de la evaluación final después de la aplicación de la realidad aumentada (4° semestre)	64
Figura 14. Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 1.....	68
Figura 15. Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 5.....	69
Figura 16. Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 8.....	70
Figura 17. Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 11.....	71
Figura 18. Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 14.....	72
Figura 19. Utilización de la aplicación “hibridación del carbono AR”	76
Figura 20. Proceso de hibridación aplicación “hibridación del carbono”	77

Lista de Anexos

Anexo 1. Cronograma.....	88
Anexo 2. Matrices agrupación de información.....	89

Introducción

En la universidad CESMAG, enseñar química orgánica a los estudiantes de cuarto semestre y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química presenta grandes desafíos; particularmente, al intentar hacer comprensibles elementos que no son perceptibles a simple vista, por lo cual, dificulta la asimilación de los conceptos enseñados en clase. En consecuencia, resulta de suma importancia desarrollar e implementar una estrategia pedagógica que refuerce estos conceptos y, al mismo tiempo, incorpore las herramientas tecnológicas disponibles para hacer más atractiva la experiencia académica.

Conforme a lo anterior, la tecnología proporciona accesibilidad instantánea a la información, por lo que su presencia en el aula es de gran importancia. Los teléfonos inteligentes, tablets y computadores son un elemento de vital importancia de la vida cotidiana tanto para estudiantes como para maestros; por ende, es natural que se explore el uso de dispositivos tecnológicos en las clases para crear experiencias de aprendizaje significativas para estudiantes de todas las edades. Esto brinda oportunidades para utilizar nuevas estrategias educativas (Laurens, 2020), pues la innovación, los avances tecnológicos, la investigación y la realidad aumentada (RA), como recurso didáctico, contribuye a despertar el verdadero interés entre los estudiantes.

Basándose en la idea de despertar el interés de los estudiantes y aprovechando las herramientas tecnológicas disponibles, se propone utilizar la realidad aumentada como un recurso en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química orgánica.

La RA es una versión mejorada del mundo físico-real que se logra mediante el uso de elementos visuales para interactuar con el mundo digital; en ese sentido, “la Realidad Aumentada, en la enseñanza de la química orgánica, resulta ser una intervención innovadora en el campo de la tecnología educativa” (Ruiz, 2020, p. 108). Cada vez más se relaciona el uso de la tecnología con la educación como uno de los mecanismos que despierta el interés en los estudiantes, haciendo evidente su motivación, dado que los estudiantes podrían adoptar una posición errónea frente a la comprensión de la química.

Para Química.es (s.f), la hibridación del carbono:

Consiste en un reacomodo de electrones del mismo nivel de energía (orbital s) al orbital p del mismo nivel de energía. Esto es con el fin de que el orbital p tenga 1 electrón en "x", uno en "y" y uno en "z" para formar la tetravalencia del carbono. Se debe tomar en cuenta que los únicos orbitales con los cuales trabaja el carbono son los orbitales "s" y "p". (párr. 1)

La combinación de la RA y la hibridación del carbono nos permite explorar y comprender mejor las propiedades y comportamientos de los materiales, lo que nos lleva a lograr avances significativos en la adquisición de nuevos conocimientos.

La RA se ha destacado por ser una herramienta poderosa en la enseñanza, comprensión e investigación en la hibridación del carbono. Al proporcionar una experiencia visual y práctica, esta tecnología mejora la forma en que los estudiantes y científicos interactúan con las moléculas de carbono, facilitando el aprendizaje y el desarrollo de nuevos materiales, con su capacidad de combinar elementos virtuales con el mundo real.

Este proyecto de investigación sirvió como una alternativa para los docentes a la hora de enseñar la temática relacionada con la hibridación del carbono; teniéndose en cuenta que la RA en la hibridación del carbono, permitió visualizar y simular reacciones químicas en tiempo real, lo que ayudó a optimizar procesos y tiempo.

El objetivo principal es favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en las clases de química con estudiantes universitarios y, al mismo tiempo, fomentar su interés por la ciencia, la tecnología y la innovación; de esa forma, poder crear escenarios formativos, motivadores, colaborativos e interactivos que ayuden a una educación más abierta y creativa.

La propuesta de utilizar la RA, surgió de la necesidad de establecer una conexión entre las tecnologías modernas y los métodos de enseñanza y aprendizaje. Esto implica agregar valor a los conceptos de química orgánica y permitir a los estudiantes utilizar de manera efectiva herramientas como los dispositivos móviles, lo cual facilita un aprendizaje más dinámico.

La hibridación del carbono es un concepto fundamental en la química orgánica y tiene una gran relevancia en el programa de Licenciatura en Química. La comprensión de la hibridación del

carbono es crucial para entender la estructura y reactividad de las moléculas orgánicas, así como para predecir y explicar las propiedades físicas y químicas de los compuestos.

En el trabajo de grado, los estudiantes de Licenciatura en Química pueden abordar diferentes aspectos relacionados con la hibridación del carbono. Por ejemplo, podrían investigar nuevas metodologías para determinar experimentalmente la hibridación de átomos de carbono en moléculas complejas. También podrían estudiar cómo la hibridación del carbono afecta la estabilidad y reactividad de ciertos compuestos orgánicos, o explorar aplicaciones prácticas de la hibridación del carbono en síntesis orgánica.

En cuanto a la realidad aumentada, esta tecnología puede ser utilizada como una herramienta educativa para facilitar el aprendizaje y comprensión de la hibridación del carbono. Por ejemplo, se podrían desarrollar aplicaciones móviles o programas informáticos que permitan a los estudiantes visualizar y manipular modelos tridimensionales de moléculas orgánicas, donde se destaquen claramente los átomos de carbono y su hibridación.

Estas aplicaciones podrían incluir animaciones interactivas que muestren cómo se forman los orbitales híbridos y cómo estos se distribuyen espacialmente alrededor del átomo de carbono. Además, podrían proporcionar ejercicios prácticos donde los estudiantes puedan construir y manipular moléculas, identificando la hibridación de los átomos de carbono involucrados.

La realidad aumentada también podría ser utilizada para simular reacciones químicas en las que la hibridación del carbono juega un papel importante. Los estudiantes podrían ver cómo cambia la hibridación de los átomos de carbono durante una reacción y cómo esto afecta la estructura y propiedades de los productos

La enseñanza de conceptos abstractos siempre ha sido un desafío para los educadores, ya que estos conceptos suelen ser difíciles de comprender y visualizar para los estudiantes. Uno de estos conceptos es la hibridación del carbono, que es fundamental en la química orgánica y juega un papel crucial en la comprensión de las estructuras moleculares.

La hibridación del carbono implica la combinación de los orbitales atómicos del carbono para formar nuevos orbitales híbridos, lo que permite la formación de enlaces químicos con otros

átomos. Esta teoría puede resultar abrumadora para muchos estudiantes, ya que implica una comprensión profunda de la geometría molecular y las interacciones entre los átomos.

Aquí es donde la realidad aumentada (RA) puede desempeñar un papel importante en el proceso educativo. La RA combina elementos virtuales con el entorno real, lo que permite a los estudiantes interactuar con modelos tridimensionales y visualizar conceptos abstractos de manera más tangible. En el caso de la hibridación del carbono, la RA puede proporcionar representaciones visuales interactivas que ayuden a los estudiantes a comprender mejor cómo se forman los orbitales híbridos y cómo influyen en la geometría molecular.

Por ejemplo, mediante el uso de aplicaciones de RA, los estudiantes pueden ver cómo se combinan los orbitales s y p del carbono para formar orbitales sp^3 en una molécula como el metano. Pueden manipular virtualmente estos orbitales y observar cómo afectan a la forma tridimensional de la molécula. Además, pueden explorar diferentes ejemplos de moléculas orgánicas y ver cómo la hibridación del carbono influye en su geometría y propiedades químicas.

La RA también puede proporcionar una experiencia más inmersiva y atractiva para los estudiantes, lo que puede aumentar su motivación y compromiso con el aprendizaje. Al poder interactuar con modelos virtuales en tiempo real, los estudiantes pueden experimentar un mayor nivel de participación activa en el proceso de aprendizaje, lo que facilita la comprensión de conceptos abstracto.

Este estudio está basado en trabajos previos que han explorado el uso de la realidad aumentada para enseñar y comprender la hibridación del carbono. Estos trabajos han utilizado modelos moleculares virtuales superpuestos en tiempo real sobre objetos reales, como cartas o modelos físicos, para ayudar a los estudiantes a visualizar y comprender mejor los conceptos de hibridación.

La investigación se centrará en evaluar la efectividad de la realidad aumentada como herramienta educativa en el aprendizaje de la hibridación del carbono. Se analizará cómo esta tecnología puede mejorar la comprensión conceptual, facilitar la visualización espacial y fomentar el interés y la motivación de los estudiantes en el estudio de la química orgánica.

En resumen, este estudio se basará en investigaciones previas sobre el uso de la realidad aumentada en la enseñanza de la hibridación del carbono, con el objetivo de evaluar su

efectividad como herramienta educativa y explorar su potencial para mejorar la comprensión y visualización de conceptos químicos complejos.

1. Problema de investigación

1.1. Objeto o tema de investigación

Aprendizaje de la hibridación del carbono en estudiantes de Licenciatura en Química de cuarto y séptimo semestre de la universidad CESMAG.

1.2. Línea de investigación

Química y sus aplicaciones

1.2.1. Sub-línea de investigación

Didáctica de la Química (en construcción)

1.3. Contextualización

1.3.1. Macrocontexto

La universidad CESMAG es una institución de educación superior, ubicada en Pasto, Nariño-Colombia; es una entidad de carácter privado al servicio de la población. Se rige bajo los principios franciscano-capuchinos y la filosofía Personalizante y Humanizadora de su fundador el padre Guillermo de Castellana.

El 16 de agosto de 1982 el Centro de Estudios Superiores María Goretti, hoy reconocida como Universidad CESMAG, inició sus labores académicas con la oferta de programas tecnológicos en Educación Física, Educación Preescolar, Cerámica y Administración Financiera.

Esta entidad se dio a la tarea en el transcurso del tiempo de ofrecer diferentes programas académicos de pregrado y posgrado, los cuales, han obtenido una excelente acogida en la juventud del suroccidente colombiano y de las personas que no habían tenido la oportunidad de ingresar a la educación superior.

La universidad CESMAG tiene como misión promover la formación integral y el bienestar de personas con espíritu crítico, ético y reflexivo, capaces de comprender y contribuir a la solución

de problemas, desde su campo de acción, disciplinaria e interdisciplinariamente, para construir una sociedad más justa, solidaria y respetuosa de la creación, a través de procesos misionales de docencia, investigación, innovación y/o creación artística y cultural, proyección social con calidad y pertinencia en las regiones de su influencia (Universidad CESMAG, s.f.).

Su visión apunta a contar con una comunidad académica cohesionada, la cual trabaja interdisciplinariamente y es capaz de comprender las dinámicas sociales que demandan acción frente a la inequidad, los cambios ambientales y culturales, impactando así las comunidades locales, regionales, nacionales e internacionales (Universidad CESMAG, s.f.).

A partir de esto se tiene en cuenta que los principios institucionales, los cuales promueven un conjunto de “aprendizajes básicos”, permiten a los miembros de la comunidad educativa ser gestores de espacios fraternos y participativos, potenciadores de la razón del ser humano y la cultura de la paz; en este sentido, acoge como principios que configuran el “ethos” académico y necesarios e inspiradores de la educación superior, a saber: Dios, la persona humana, la ciencia, el servicio, espiritualidad franciscana capuchina, conservación de la naturaleza y espiritualidad goretiana.

Para el desarrollo de la investigación se eligió el programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG, este se enmarca dentro del contexto de la educación superior privada en Colombia. El proyecto educativo de la universidad destaca los principios franciscanos y capuchinos que guían el currículo.

El programa académico busca actualizarse continuamente para lograr el reconocimiento como una facultad de educación en el área de las ciencias básicas. Además, reconoce el papel de sus docentes dentro del contexto actual para cumplir su misión educativa; de igual manera, ofrece conocimientos y competencias en la química general y orgánica, así como su aplicación en el contexto en el cuidado ambiental. El programa de Licenciatura en Química cuenta con 10 semestres de formación académica y su modalidad es presencial; hasta el momento cuenta con cinco cohortes distribuidas así: segundo, tercero, cuarto, séptimo y noveno, los cuales reciben sus clases en las instalaciones de la Universidad CESMAG (Ver figura 1).

Figura 1

Universidad CESMAG



Nota. Fuente: tomado de Universidad CESMAG (s.f.).

1.3.1.1. Estrategias metodológicas del área. El programa de Licenciatura en Química incorpora una combinación de enfoques teóricos y prácticos que garantiza a los estudiantes obtener una comprensión sólida de los conceptos y principios de la química, así como habilidades prácticas en el laboratorio.

1.3.1.2. Estrategias de evaluación. Incluyen una variedad de técnicas de evaluación del aprendizaje y el progreso de los estudiantes. Estos métodos de evaluación son: proyectos de investigación, talleres de individuales y grupales, participación en clase y en olimpiadas, presentaciones orales, evaluación continua y, finalmente, las prácticas profesionales.

1.3.2. Microcontexto

En relación con la población, estuvo conformada por 18 estudiantes de cuarto y séptimo semestre de la universidad CESMAG, cuya edad oscila entre un rango promedio de 19 a 24 años. Con ellos se trabajó el tema de hibridación del carbono, utilizando como recurso didáctico la RA.

1.4. Descripción del problema

Durante el desarrollo de la enseñanza de la química orgánica, se constató que los estudiantes enfrentan dificultades con ciertos conceptos fundamentales que son esenciales para comprender y avanzar en el estudio de la materia. Uno de los obstáculos identificados fue la dificultad para visualizar o imaginar las estructuras químicas de las moléculas.

Aunque en la actualidad los profesores dispongan de metodologías diversificadas para la Enseñanza de la Química como, por ejemplo, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), muchas prácticas se basan en la mera transmisión de información, teniendo como recurso exclusivo el libro didáctico y su copia en el pizarrón. (Proszek y Ferreira, 2009, p. 22)

La hibridación del carbono implica conceptos abstractos y modelos moleculares que pueden resultar difíciles de visualizar y de comprender para algunos estudiantes. La enseñanza tradicional puede depender en gran medida de representaciones bidimensionales, lo que dificulta la comprensión plena de la estructura tridimensional.

La química orgánica requiere de mucha práctica y aplicación de conceptos para comprender y dominar la hibridación del carbono. Esto implica que la enseñanza tradicional puede limitar la cantidad de tiempo y oportunidades para que los estudiantes practiquen y apliquen estos conceptos, lo cual dificulta su aprendizaje. Además, la hibridación del carbono es un tema fundamental en la química orgánica, pero puede resultar abstracto y desconectado de la vida cotidiana de los estudiantes; particularmente, en la típica enseñanza tradicional, en donde no se enfatiza lo suficiente en las aplicaciones prácticas y los ejemplos relevantes que ayuden a los estudiantes a relacionar estos conceptos con su entorno.

Para abordar estas dificultades, es importante considerar enfoques alternativos para la enseñanza de la hibridación del carbono en la química orgánica. Una opción prometedora es la incorporación de tecnologías como la realidad aumentada (RA), que brindan una experiencia más interactiva y visualmente atractiva para los estudiantes; con la RA, pueden visualizar y manipular modelos moleculares tridimensionales, lo que facilita la comprensión de la estructura y la hibridación del carbono. Además, dicho recurso puede proporcionar ejemplos prácticos y aplicaciones relevantes que ayuden a los estudiantes a relacionar estos conceptos con su vida cotidiana.

Se han realizado diversos estudios sobre la enseñanza de la química para determinar las falencias de aprendizaje que se presentan, desde cómo los estudiantes muestran dificultad en la comprensión de los conceptos y cómo darle un sentido a los fenómenos químicos que se manifiestan en la naturaleza. Por tal razón, es de resaltar que, con el uso de las TIC se ha logrado

grandes avances en el desarrollo de Software, caso específico de la RA, que hace que el aprendizaje sea interesante, divertido y sin esfuerzo, a su vez, mejora la colaboración y las capacidades. Asimismo, brinda amplias oportunidades para hacer que las clases sean menos agotadoras al infundir una interactividad inigualable a través de un entorno generado por computadora.

Del mismo modo, esto ayudará a los estudiantes a comprender conceptos en un entorno inmersivo, lo que simplificará los conceptos y facilitará el aprendizaje. Las instituciones educativas también obtendrán una atención grandiosa al ofrecer una excelente experiencia de aprendizaje a través de la tecnología.

1.5. Formulación

¿De qué manera la realidad aumentada, como recurso tecnológico, favorece la retención del conocimiento, y participación en clase, en el proceso aprendizaje de hibridación del carbono a estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Implementar la realidad aumentada como recurso didáctico para fortalecer el aprendizaje de hibridación de carbono, en los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG.

1.6.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado inicial del concepto de hibridación del carbono que tienen los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG.
- Diseñar una estrategia didáctica para la comprensión del concepto de hibridación del carbono, utilizando la realidad aumentada.

- Evaluar los conceptos de hibridación del carbono alcanzados por los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química, luego de aplicar la estrategia didáctica.

1.7. Justificación

La enseñanza de la química se basa en actividades teórico-experimentales que permiten a los estudiantes comprender los conceptos de manera más clara. Por lo tanto, es importante realizar cambios en los contenidos y estrategias de enseñanza utilizadas en el aula para lograr los objetivos propuestos (Oñorbe y Caamacho, 2004).

La hibridación del carbono es un concepto fundamental en la química orgánica que se utiliza para explicar la forma en que los átomos de carbono se unen entre sí y forman compuestos orgánicos. En la RA, este concepto es esencial para comprender cómo se construyen y representan las moléculas en entornos virtuales.

Es importante destacar que, la RA es una tecnología que combina elementos del mundo real con elementos virtuales, creando una experiencia interactiva para el usuario. En este sentido, la representación de moléculas y compuestos químicos en entornos de la RA, requiere una comprensión profunda de la estructura y la geometría molecular.

En la RA, la representación de las moléculas orgánicas implica la visualización de los átomos y los enlaces entre ellos. Y la comprensión de la hibridación del carbono es esencial para representar correctamente la geometría tridimensional de las moléculas y la disposición de los enlaces. Por ejemplo, en una molécula de metano (CH_4), utiliza los cuatro átomos de hidrógeno.

Es así que, la implementación de la RA en la química es un camino para motivar y adentrar al estudiante en el medio de la ciencia. Actualmente, se le debe dar importancia a las nuevas herramientas tecnológicas innovadoras que poco a poco están ayudando a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, y ante las cuales, los estudiantes de hoy en día demuestran gran interés en su utilización. De acuerdo con Rodríguez (2020), “la enseñanza y aprendizaje de la química mediante herramientas informáticas busca proponer estrategias evaluativas donde los educandos

puedan explorar otras alternativas para la apropiación de los conceptos de una manera más interactiva” (p. 15). En ese orden de ideas, los docentes reconocen la importancia de actualizarse dentro de la tecnología y utilizarlo como recursos dentro del aula de clases.

La presente propuesta de investigación se enfocó en el aprendizaje de la química, específicamente en la hibridación del carbono, utilizando la RA como recurso didáctico para la adquisición de este conocimiento. Así pues, se motivó al estudiante para que pueda interactuar con las nuevas tecnologías de la educación. Al respecto, Gómez (2006) expresa lo siguiente:

A medida que los estudiantes avanzan en el dominio de las herramientas tecnológicas sugeridas por el docente, inconscientemente empiezan a dedicar mayor tiempo al estudio y trabajo autónomo. El trabajo sobre herramientas computacionales propicia la indagación y experimentación por parte del estudiante. (p. 27)

La importancia de incursionar con las nuevas tecnologías para la educación resulta muy viable para superar el desinterés en los educandos. Indiscutiblemente, es una problemática que los docentes están afrontando en el interior de las aulas de clase, en la enseñanza de las ciencias básicas y, en particular, de la química, pues bien es cierto que los estudiantes no aprenden igual como anteriormente se hacía, es decir, con un aprendizaje memorístico. En la actualidad, los alumnos están inmersos en el mundo de la tecnología y como docentes, debemos aprovechar esta situación como un punto a favor en la educación y cambiar esos paradigmas tradicionales dentro del proceso de enseñanza aprendizaje.

Con este nuevo recurso didáctico se podrán beneficiar tanto los estudiantes y docentes del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG, así como los centros de educación de la ciudad de Pasto, Nariño

2. Marco referencial

2.1. Antecedentes investigativos

El uso de las TIC ha incidido de manera progresiva en los ambientes educativos, puesto que han propiciado múltiples cambios en las diferentes áreas del saber. En la enseñanza de la química es importante facilitar al alumno la interacción con imágenes cuyo objetivo es favorecer la comprensión de los contenidos, por ende, la aplicación de estrategias didácticas basadas en la

utilización de las TIC contribuye significativamente al aprendizaje de la química. Ferrer et al. (2021), exponen que las nuevas generaciones son individuos con otros intereses de motivación, por lo que, la utilización de herramientas tecnológicas educativas puede aprovecharse como un elemento motivante para el aprendizaje, fortaleciendo la interacción de los alumnos con la tecnología actual.

Ahora bien, hablar de realidad aumentada como un recurso didáctico y tecnológico, para favorecer el aprendizaje de la química, resulta muy viable, debido al sin número de investigaciones que se han realizado, en las cuales, se han obtenido resultados satisfactorios. Rodríguez (2020), en su investigación realiza una encuesta a los estudiantes antes, durante y después de utilizar el recurso didáctico de la RA, obtiene como resultados una mejor comprensión hacia la química, un buen desempeño académico, cambios positivos en relación con la actitud de los estudiantes, potenciación del trabajo colaborativo y la resolución de problemas. En el mismo orden de ideas, las nuevas tecnologías han permitido que lo tradicional cambie y que los estudiantes aprendan de forma más activa y con una mayor motivación.

Así mismo, Ruiz (2020) presenta en su trabajo de investigación que la química al ser considerada como una ciencia complicada, porque está estrechamente ligada con la representación de sus diferentes estructuras, requiere perfeccionar el proceso de aprendizaje a través del uso de la realidad aumentada, ya que resulta ser una intervención innovadora en el campo de la tecnología educativa. Su investigación se llevó a cabo en tres fases: instrucción y tutoría, diseño de los recursos digitales, y evaluación del proyecto. Al final, concluyó que la realización de proyectos con la RA mejora las condiciones de aprendizaje en los estudiantes de cuarto y séptimo semestre de Licenciatura en Química, específicamente, en el área de química orgánica. Igualmente, considerándose que el entendimiento de la química descansa en la comprensión de la parte invisible de la materia (haciendo que la química sea representativa o simbólica), se encontró que, la valoración de los estudiantes de las asignaturas donde se aplicó la realidad aumentada muestra que la misma contribuyó a incrementar el interés por las asignaturas y a aumentar su comprensión de los contenidos.

Continuando, en una revisión bibliográfica realizada por Mendoza et al. (2022), se relaciona la realidad aumentada en la educación universitaria con respecto a las áreas de la biología

y de la química. Los autores utilizaron una metodología conocida como método mixto, donde se revisaron 564 artículos de investigación relacionados con las dos áreas anteriormente mencionadas, y obtuvieron resultados favorables para afirmar que a partir de año 2012 la realidad aumentada se ha vuelto muy popular en la educación; al igual que, ofrece ventajas afiliadas a la innovación educativa facilitando el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En México, específicamente en Guadalajara en año 2020, se llevó a cabo una investigación por parte de Ruiz, acerca de la realidad aumentada y el aprendizaje de la química orgánica; el objeto del artículo fue evaluar la apropiación del conocimiento de los estudiantes de cuarto y séptimo semestre de Licenciatura en Química, con respecto a la química orgánica; los resultados fueron favorables después de haber utilizado el recurso didáctico, concluyendo que con la realidad aumentada los estudiantes de Licenciatura en Química, potencializaron su capacidad de aprendizaje en el área de química orgánica, particularmente, en la hibridación del carbono.

En Colombia en el año 2020, Rodríguez presenta una investigación relacionada con la introducción a la realidad aumentada en la química orgánica. En la misma, se implementó una aplicación educativa basada en RA, con el objetivo de enseñar conceptos de química orgánica con un carácter novedoso para los estudiantes y adquirir los conocimientos de forma significativa. Los resultados evidencian que, los alumnos pueden auto aprender de manera interactiva y prospera; también, se reconoce que la plataforma benefició a los estudiantes y mejoró las condiciones de pedagogía, pues a través de esta, se logró una mejor identificación de las estructuras de los compuestos orgánicos.

2.2. Referente documental histórico

En años atrás debido a que la labor educativa tenía una perspectiva conductista, el aprendizaje estaba relacionado con el cambio de conducta, es así que durante el tiempo esta concepción ha ido cambiando, debido a que el aprendizaje va más allá. Es vital que el individuo, es decir, el estudiante, enriquezca su conocimiento, y esto se logra a partir de la afectividad de la experiencia y de la capacidad que tenga el individuo para apropiarse de un aprendizaje. Sin embargo, un factor que influye dentro de un proceso educativo es la del rol docente, y cómo este presenta la información a su alumno con el objetivo de engrandecer su conocimiento.

Lo que hoy en día se conoce como aprendizaje significativo, fue una teoría propuesta por David Ausubel en 1963, quien plantea que el aprendizaje del alumno depende de las concepciones previas que este tenga y cómo las relaciona con la nueva información proporcionada. Del mismo modo, el proceso de orientación se ve influenciado por lo mencionado anteriormente, es importante que el docente identifique la estructura cognitiva, que según Ausubel (1983) refiere a “ideas o conceptos previos (“subsunsor”) que un individuo posee en un área determinada del conocimiento” (p. 1).

En el mismo orden de ideas, Ausubel (1983) indica que, el aprendizaje significativo difiere del aprendizaje mecánico, y define a este último como “una acumulación de información arbitraria, en este proceso no existen (“subsunsosores”) es decir ideas previas que hagan relación con la nueva información” (p. 18). Ahora bien, cuando el estudiante hace una reconstrucción del conocimiento, lo reorganiza y lo combina con sus ideas previas, se le denomina aprendizaje por descubrimiento, que es contrario al aprendizaje mecánico, en el que el estudiante simplemente se limita a almacenar información y no hace relación con sus ideas previas.

Por otro lado, Calvo y Moreno (2017), sobre la historia de la química plantean que, desde el descubrimiento de esta área, en el transcurso de los años se han venido considerando los saberes previos y conocimientos del aprendizaje en la educación. Al pasar de los tiempos, se puede evidenciar que la química es indispensable en la cotidianidad, primordialmente, para incluir a los estudiantes dentro de una sociedad, dentro de un contexto educativo, que busca una enseñanza profunda, y una apropiación del aprendizaje de una manera significativa; sin embargo, se ha venido perdiendo interés en los estudiantes por su poca innovación con el entorno donde se lleva a cabo esta área. Y para poder obtener unos resultados positivos se debe investigar a profundidad los temas de química y plantearlo en el currículo como una estratégica de acoplamiento con los estudiantes.

2.3. Referente teórico-conceptual del problema

En este apartado se mencionan las jerarquías temáticas utilizadas en la investigación.

2.3.1. Historia de la química

Desde la prehistoria hasta nuestros días, el ser humano ha buscado comprender la transformación de la materia y ha utilizado la tecnología para demostrar sus conocimientos en esta

área. La química está estrechamente relacionada con la historia de los químicos, destacando los logros de diferentes industrias y diferentes países. Procesos como la extracción de metales, la producción de aleaciones, la producción de cerámica y vidrio y la fermentación, se han utilizado desde la antigüedad y constituyeron la primera base de la investigación química.

Los avances considerables en la comprensión de la materia y las transformaciones químicas pasaron a un primer plano con figuras como Lavoisier (1789), quien sentó las bases de la química moderna y propuso la ley de la inmutabilidad de la materia. También se desarrollaron teorías como la teoría atómica, que permitió comprender la estructura de la materia a nivel subatómico. Todo ha sido un proceso de descubrimiento y desarrollo continuo de conocimientos sobre sustancias y reacciones químicas. Lo mencionado es la base del progreso científico y ha tenido un impacto significativo en la sociedad y en muchos campos como la medicina, la industria y la tecnología.

2.3.2. Aprendizaje

Se entiende por aprendizaje al proceso a través del cual el ser humano adquiere o modifica sus habilidades, destrezas, conocimientos o conductas, como fruto de la experiencia directa, el estudio, la observación, el razonamiento o la instrucción. Dicho en otras palabras, el aprendizaje es el proceso de formar experiencia y adaptarla para futuras ocasiones: aprender.

2.3.3. Enseñanza-Aprendizaje

El mundo es un lugar fascinante lleno de elementos visibles e invisibles que están al alcance de la mano. Asimismo, de elementos distantes, microscópicos y extraordinarios, algunos audibles, otros incluso peligrosos. La RA, permite a los docentes transformar el aula en otra dimensión del aprendizaje, de tal manera que, los estudiantes tendrán divertidas formas de utilizar activamente sus sentidos.

El proceso de enseñanza-aprendizaje debe estar orientado a comprender el conocimiento previo del estudiante, para luego enseñar de manera coherente y significativa. Esto implica identificar qué sabe el estudiante, qué conceptos ya tiene y cómo se relacionan con los nuevos contenidos que se van a enseñar. A partir de ese entendimiento, el docente puede adaptar su enseñanza y utilizar estrategias que permitan construir nuevos aprendizajes sobre esa base de conocimientos previos. Para Ausubel (1983), el objetivo clave es que el estudiante pueda

comprender de manera más profunda y aplicar lo que aprende en diferentes contextos en relación con la teoría y la práctica aplicando los saberes.

2.3.4. Enseñanza-Aprendizaje en relación con la realidad aumentada y la hibridación del carbono

La realidad aumentada y la hibridación del carbono pueden ser de gran ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Al utilizar aplicaciones de RA, los estudiantes pueden visualizar de manera interactiva y dinámica el proceso de hibridación del carbono, lo que les permitirá comprender de forma más concreta este concepto químico; teniéndose en cuenta que, proporciona una experiencia interactiva y visualmente atractiva, aumentando el interés y la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de la química.

Merino et al. (2015) en su trabajo de investigación establecen el uso de secuencias didácticas a través de la realidad aumentada para la enseñanza-aprendizaje de la química; también, destacan la importancia de conectar estrategias para ofrecer la posibilidad de transitar desde un contexto de interacción y gestión de la información, de uno 2D a uno 3D, con la cual se construyen puentes entre la teoría y la experiencia práctica en la construcción de aprendizaje científico.

2.3.5. Realidad Aumentada

Rodríguez (2020) afirma que, la realidad aumentada (RA) beneficia el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química; se busca su fortalecimiento a través de estrategias didácticas para reforzar dichos conocimientos y, a la misma vez, integrar las nuevas herramientas tecnológicas disponibles para hacer mucho más dinámicas las prácticas académicas en los estudiantes de cuarto y séptimo semestre de la universidad CESMAG. De esta forma, se buscará que se logren fortalecer en la química y mucho más, en los compuestos aromáticos, ya que es el tema que se verá reflejado en la RA.

2.3.6. Las TIC

La presente investigación pretende articular el uso de las TIC en la educación. Bajt (2011) plantea que, las TIC se utilizan como las nuevas herramientas primordiales para la RA, pues su uso ha venido aumentando en los últimos años a pasos agigantados y mucho más en el sector de la educación. En este trabajo se identifica como un beneficio la utilización de la realidad aumentada en el aprendizaje de conceptos de los compuestos aromáticos, ya que se requiere de la introducción e implementación en el ámbito de la investigación exhaustiva y dinámica para así lograr unos

resultados coherentes y pertinentes en el aprendizaje de los estudiantes de cuarto y séptimo semestre de la Universidad CESMAG. Al mismo tiempo, que se pueda notar los aspectos prácticos, sociales, culturales y medio ambientales de la química, ya sea en la estructura de las asignaturas, en especial en el área de las ciencias básicas, fundamentada en una perspectiva de cultura científica.

El presente trabajo de investigación muestra la importancia de “enfrentar las nuevas situaciones tecnológicas de una manera flexible, para analizar, seleccionar y evaluar críticamente los datos e información; para aprovechar el potencial tecnológico con el fin de representar y resolver problemas, y construir conocimiento compartido y colaborativo” (Calvani et al., 2008, p. 186). En ese sentido, se trata de utilizar herramientas tecnológicas, lúdicas y virtuales que brinden al estudiante un ambiente interactivo en el aula de clases y así ofrecerles con seguridad unos saberes cognitivos e interactivos (mediados por la RA) para el uso de compuestos aromáticos en el área de la química.

En ese orden de ideas, Rodríguez (2020) resalta la importancia de generar interés en los estudiantes, utilizando a favor los elementos tecnológicos que tenemos a nuestras manos en la actualidad; estos es preciso mencionar, lamentablemente en muchas ocasiones no son utilizados por los docentes. El reto de los docentes hoy en día es aplicar el uso de las TIC como una herramienta que beneficie al quehacer pedagógico y proporcione una mejor motivación en los estudiantes.

2.3.7. Hibridación del carbono

Figura 2

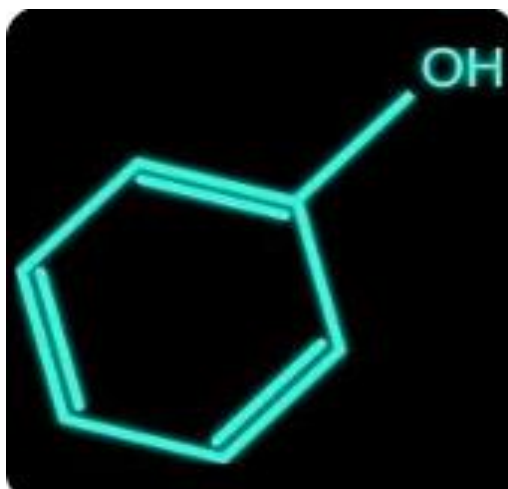
Marcador



Nota. Fuente: RApp Chemistry (2020).

Figura 3

Hibridación del carbono RA

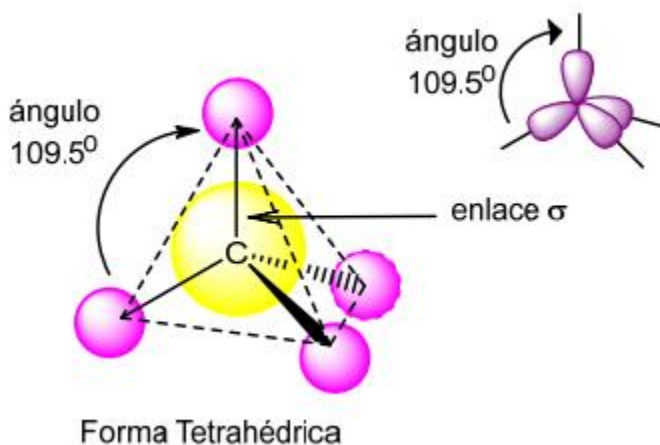


Nota. Fuente: AR Google (2023).

2.3.7.1. Hibridación sp^3 . En la hibridación sp^3 , un orbital s y tres orbitales p se combinan para formar cuatro orbitales híbridos sp^3 dispuestos en un tetraedro. Este tipo de hibridación ocurre en compuestos como los alcanos, donde el carbono forma un enlace simple y está unido a cuatro átomos diferentes.

Figura 4

Hibridación sp^3



2.3.7.2. Hibridación sp^2 . En la hibridación sp^2 , un orbital s y dos orbitales p se combinan en un plano triangular para formar tres orbitales híbridos sp^2 . Este tipo de hibridación ocurre en compuestos como alquenos y grupos arilo donde los carbonos forman dobles enlaces o se unen anillos aromáticos.

Figura 5

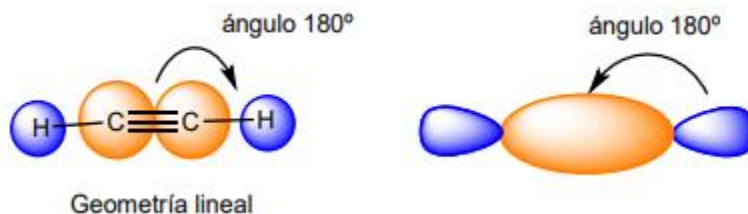
Hibridación sp^2



2.3.7.3. Hibridación sp . En la hibridación sp , un orbital s y un orbital p se combinan en un plano lineal para formar dos orbitales híbridos sp . Este tipo de hibridación se puede observar en compuestos como los alquinos donde los carbonos forman triples enlaces.

Figura 6

Hibridación sp



2.3.8. Estrategia

Esta Investigación ha sido diseñada para innovar estrategias de aprendizaje. La realidad aumentada es una tecnología que combina elementos virtuales con el mundo real para brindar una experiencia interactiva y visualmente. El uso de la realidad aumentada ayuda a la enseñanza de la química y proporciona a los docentes y estudiantes una forma más práctica, intuitiva y atractiva de aprender conceptos y fenómenos relacionados con esta materia. La estrategia está diseñada para promover la motivación, el interés y la comprensión del contenido y desarrollar habilidades de observación, análisis y resolución de problemas.

2.4. Referente teórico conceptual de categorías y subcategorías

2.4.1. Unidad didáctica

La incidencia que han tenido las estrategias didácticas para mejorar el proceso de aprendizaje es significativa, pues surge de la necesidad de hacer un cambio en la manera en cómo se enseña y se aprende; representa el compromiso de los docentes que en la actualidad va más allá de guiar hacia un conocimiento a los alumnos. El maestro debe asumir un rol reflexivo con respecto a la forma en la que enseña, de esta manera, su profesión está fundamentada en desarrollar competencias que lleven al cumplimiento de un objetivo en la educación: que los estudiantes aprendan.

Ahora bien, el desarrollo de una unidad didáctica permite que el docente mejore su proceso de enseñanza y directamente, favorece a los estudiantes a adquirir un aprendizaje significativo. Las unidades didácticas según Sanmartí (2011), surgen como un instrumento de apoyo para los docentes, para planificar de forma ordenada y secuencial qué se va a enseñar; con el objeto de reducir las ideas que tenga el profesor y responder a las necesidades de aprendizaje de los alumnos.

En ese orden de ideas, las unidades didácticas deben contestar a los intereses de los estudiantes, y al contexto sociocultural en el cual estos se encuentran; a partir de ahí, organizar su contenido de tal forma que estos tengan un significado para ellos, relacionando sus realidades con lo que se está aprendiendo. Las unidades didácticas en la enseñanza están fundamentadas, conforme a Vásquez (2016), en dos hechos de gran importancia.

El primero, incide en los estudiantes y su disposición y actitud crítica durante el desarrollo de las actividades que se les plantea, sean experimentos o cualquier tarea; el segundo, está relacionado con los docentes, frente a su labor diaria y actualización con lo referente a su disciplina.

De esta manera, las clases y las actividades que se desarrollen deben incidir significativamente en la idea de alcanzar todos los objetivos de aprendizaje. Por esta razón, es importante conocer cómo construir una unidad didáctica, la cual debe estar fundamentada en referentes teóricos que contribuyen con variedad de ideas para su diseño.

En concordancia, Sánchez y Valcárcel (1993) proponen un esquema de construcción de una unidad didáctica basada en cinco aspectos:

a) Análisis científico: es esencial que el docente adquiera una actualización científica y reflexiva, con el objetivo de tener un mejor diseño de los contenidos que se van a trabajar.

b) Análisis didáctico: es importante relacionar el contexto con los contenidos, por lo tanto, el objetivo de este apartado es delimitar el proceso de enseñanza aprendizaje.

c) Selección de objetivos: se orienta a reflexionar sobre los fines de la unidad, todo ello basado en el potencial de los estudiantes, con referencias claras y precisas.

d) Estrategias didácticas: busca determinar las tareas que va a realizar el docente y el estudiante.

e) Evaluación: el objetivo principal es valorar la unidad didáctica y los aspectos relacionados con el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Para complementar lo expuesto, es pertinente traer a efecto lo mencionado por Ospina et al. (2005), quienes refieren que: “un profesor “no enseña lo que no sabe” ni es posible llevar a cabo una unidad didáctica que no se fundamente en un conocimiento específico y que interrelacione lo que se pretende enseñar, el cómo y para qué del mismo” (p. 1).

2.4.2. Aprendizaje significativo

El interés de Ausubel (1983) por conocer y explicar las propiedades y condiciones del aprendizaje, dio origen a la teoría de aprendizaje significativo. El autor caracterizó el aprendizaje como un proceso que relaciona un nuevo conocimiento y la estructura cognitiva de la persona que aprende de forma no literal. Es algo que va más allá de cualquier interacción con los conceptos o ideas que tenga el aprendiz, es decir, el aprendizaje es el que denota y le da significado a esa nueva información.

En lo que respecta a Rodríguez (2011), la consecución de aprendizaje significativo supone y reclama dos condiciones esenciales:

- a) La predisposición de quien quiere aprender significativamente, es decir, la actitud del aprendiz.
- b) Que existan ideas sintetizadas, de tal manera que, al sujeto le permitan una mejor interacción con el material que se le presenta.

En efecto, dentro del aprendizaje significativo el aprendiz debe optar por tener una posición más activa en el proceso de aprendizaje. Este debe hacer uso de los significados con los cuales ya se relaciona, entendiendo los contenidos, de tal forma que, pueda lograr encontrar semejanzas y diferencias, reorganizando su conocimiento.

Por su parte, Novak propone que, “el aprendizaje significativo subyace de la integración constructiva de pensamiento sentimiento y acción lo que conduce al engrandecimiento humano” (como se citó en Moreira, 1997, p. 13).

Hay que tener en cuenta que el aprendizaje significativo no es lo mismo que aprendizaje, debido a que este último se realiza de forma mecánica. Se puede inferir que el aprendizaje significativo no se da de forma inmediata, sino que se trata de un proceso demorado que requiere de tiempo; es así que, alude a un intercambio de significados tratando de encontrar una conexión

entre la nueva información, al tiempo que, potencia la actitud de los educandos frente a la adquisición del conocimiento.

2.4.3. Pedagogía

La pedagogía es una ciencia social encargada de la optimización de métodos para el aprendizaje; asimismo, de forma interdisciplinaria se centra en la investigación, pero también en la reflexión de su objeto de estudio: la educación.

La palabra Pedagogía se origina del griego *Pedagogo*, compuesta de *Paidós* que traduce “niño” y *gogía* que significa “guía”. De ahí que, se le relacione con la idea de “la guía de los niños”.

En lo que respecta al diccionario de la Real Academia Española (s.f.), la pedagogía se define como “la ciencia encargada del estudio de la educación y la enseñanza la cual tiene como objetivo proporcionar el material suficiente para poder planificar, evaluar y ejecutar los métodos de enseñanza y aprendizaje apoyándose también de otras ramas de la ciencia” (párr. 1).

Por su parte, autores como Luzuriaga (1991) que han dedicado años al estudio de la Pedagogía, la concibe como un arte, una ciencia, una técnica y una filosofía. No obstante, pese a considerarla en su diversidad de formas, sí enfatiza en la Pedagogía como una ciencia, por ende, argumenta que como toda ciencia tiene un objeto de estudio: la educación, que tiene unos métodos de investigación que le son propios, así como una estructura.

En lo que refiere a la estructura, Luzuriaga (1991) identifica tres partes fundamentales:

(...) una es la *Pedagogía descriptiva*, que estudia los hechos, factores e influencias de la realidad educativa, tanto en los aspectos biológico, psicológico y social. Otra es la *Pedagogía normativa*, que investiga los fines e ideales de la educación, tanto en su evolución como en su estado actual, así como su estructura íntima. Y otra, en fin, es la *Pedagogía tecnológica*, que estudia la educabilidad, el acto educativo, la comunidad educativa, los métodos, organización e instituciones de la educación. (p. 33)

2.4.4. Enseñanza

Históricamente, la enseñanza ha sido considerada en el sentido estrecho de realizar las actividades que lleven al estudiante a aprender, en particular, instruir y hacer que ejercite la aplicación de las habilidades. Los nuevos estudios se enfocan en la enseñanza para la comprensión, la cual implica que los estudiantes aprendan no solo los elementos individuales en una red de contenidos relacionados, sino también las conexiones entre ellos, de modo que, puedan explicarlos con sus propias palabras, tengan acceso a ellos y los apliquen en situaciones apropiadas dentro y fuera de la escuela.

De igual manera, cada vez más surgen nuevas corrientes pedagógicas que tratan de cuestionar las formas tradicionales de enseñar. Por esta razón, docentes, responsables de centros educativos y estudiantes deben mantenerse al día con las transformaciones, una de ellas: la llegada de las nuevas tecnologías al salón de clase, las cuales han marcado una nueva etapa de cambio en los métodos utilizados por el cuerpo profesoral, en los intereses de los alumnos y en la educación en general.

De acuerdo con la información consultada hay 3 factores esenciales que han incidido en los últimos años en la educación y, por ende, causado transformaciones:

- a) El incremento del número de estudiantes que acceden a las diversas formas de enseñanza, gracias a la democratización de la educación.
- b) Las dificultades para cubrir la demanda de personal docente cualificado para la enseñanza.
- c) Los cambios económicos, técnicos, científicos y sociales de las diferentes sociedades, determinan lo que se espera de un sistema educativo. (Universia, 2019, párr. 4)

Es a partir de los mencionados factores, que los métodos de enseñanza deben también actualizarse para de esa forma acompañar de manera óptima la enseñanza-aprendizaje. Ahora bien, es necesario considerar un cambio importante en lo que respecta los métodos y es que “los métodos verbales tradicionales en los que el docente se posiciona como el único transmisor del conocimiento comienzan a resultar obsoletos debido a las características de las sociedades actuales; por ello, se hace necesario evolucionar hacia otras metodologías” (Universia, 2019, párr. 5).

Dichas metodologías deben tratar de dar un protagonismo significativo a los estudiantes en sus procesos formativos; se debe comprometerlos y convertirlos en creadores del conocimiento, que trascienden de dinámicas tradicionales en donde son simples receptores, para adquirir un rol activo, ya no pasivo. Algunas de las metodologías activas más empleadas son: el Aprendizaje basado en proyectos, en problemas, cooperativo, entre otros.

2.4.5. Estrategia didáctica

La estrategia didáctica refiere a acciones planificadas por el docente, orientadas a que el estudiante logre la construcción del aprendizaje y se alcance los objetivos propuestos. Es “un procedimiento organizado, formalizado y orientado a la obtención de una meta claramente establecida. Su aplicación en la práctica diaria requiere del perfeccionamiento de procedimientos y de técnicas cuya elección detallada y diseño son responsabilidad del docente” (UNED, 2013, p.

1). La estrategia didáctica implica:

- Una planificación del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Una gama de decisiones que el o la docente debe tomar, de manera consciente y reflexiva, con relación a las técnicas y actividades que puede utilizar para alcanzar los objetivos de aprendizaje. (UNED, 2013, p. 2)

Una estrategia didáctica es más que solo aplicar una técnica con un listado de actividades o tareas para llevar a cabo; Mansilla y Beltrán (2013) la definen de la siguiente manera: “la estrategia didáctica se concibe como la estructura de actividad en la que se hacen reales los objetivos y contenidos” (p. 9). Esta estructura implica un proceso que nace desde un punto de partida, que son los contenidos de información, puede ser nueva o alguna información previa que las personas participantes ya posean sobre el tema; y de ahí, hasta el punto en que se espera llegar; es decir, hacer real el objetivo, el cumplimiento de lo que se desea alcanzar cuando se propone el desarrollo de una estrategia.

2.4.5.1. Método. En su significado más general alude a un camino o vía; en educación, refiere “al procedimiento o serie de pasos definidos con anticipación que establece pautas y se emplea para alcanzar un propósito educativo. Este se materializa en la consigna de trabajo que se sugiere para cada actividad en un proceso de aprendizaje” (UNED, 2013, p. 2).

2.4.5.2. Técnica. Se relaciona con un procedimiento lógico y con fundamento psicológico que orienta el aprendizaje; “lo puntual de la técnica es que esta incide en un sector específico o en una fase del curso o tema que se estudia. Su propósito es brindar al estudiante espacios para que desarrolle, aplique y demuestre competencias de aprendizaje” (UNED, 2013, p. 2).

2.4.6. Conocimiento

Comúnmente, entendemos por conocimiento a la conciencia o comprensión de las cosas; un proceso mental y emocional a través del cual un individuo capta e interpreta la realidad, a partir de diversos tipos de experiencias, razonamientos y aprendizajes. Según su origen, generalmente se distingue entre conocimiento *a priori* y *a posteriori*.

El conocimiento *a priori* (significa ‘de lo anterior’) corresponde a aquel que se adquiere por medio del razonamiento, independientemente de la experiencia. A este pertenecen los enunciados lógicos y matemáticos, que no requieren ser validados por la experiencia.

Por su parte, el conocimiento *a posteriori* (‘posterior’), también conocido como empírico, es el conocimiento que se deriva de actividades de observación y la experiencia. A partir de este se construye una buena parte del conocimiento científico, asimismo, la comprensión que cada quien tiene del mundo y de sí misma.

2.4.6.1. Conocimiento científico. El conocimiento científico alude a un tipo de conocimiento específico, que se fundamenta en la observación sistemática y metódica de fenómenos; así pues, pretende explicar los fenómenos de forma objetiva, coherente y precisa. Con ese propósito, hace uso del método científico, es decir, una serie de procedimientos con los que se busca garantizar el rigor de las observaciones efectuadas y certificar la validez de las conclusiones a las que se llega.

2.5. Referente legal

La Constitución Política de Colombia de 1991, en el artículo 67 reconoce a la educación como un derecho y un servicio público con una función social determinada; igualmente, se establece que esta, busca que las personas accedan al conocimiento, a la ciencia, la técnica, entre otros bienes y valores propios de la cultura.

En la misma línea, sobre el tema se tiene la Ley 115 de 1994, también conocida como la Ley general de Educación. Para efectos de este estudio, a continuación, de la mencionada norma se citarán los artículos relacionados con la educación media, debido a que la investigación se llevó a cabo en este contexto.

Objeto de la ley: “la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes” (Ley 115, 1994, Artículo 1).

Calidad y cubrimiento del servicio: “corresponde al Estado, a la sociedad y a la familia velar por la calidad de la educación y promover el acceso al servicio público educativo, y es responsabilidad de la Nación y de las entidades territoriales, garantizar su cubrimiento” (Ley 115, 1994, Artículo 4).

Educación media académica: “la educación media académica permitirá al estudiante, según sus intereses y capacidades, profundizar en un campo específico de las ciencias, las artes o las humanidades y acceder a la educación superior” (Ley 115, 1994, Artículo 29).

Por su lado, La ley 715 de 2001 dicta otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros. En su Artículo 5 refiere que, es competencia de la nación impulsar, formular, regular, coordinar, financiar, entre otros, la prestación del servicio público de la educación en sus niveles preescolar, básica y media en el área urbana y rural.

De otro lado, el Ministerio de Educación Nacional (MEN, s.f.) expone que los estándares básicos de competencias de ciencias naturales y ciencias sociales se orientan a que “el estudiante desarrolle las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar y obtener información; definir, utilizar y evaluar diferentes métodos de análisis, compartir los resultados, formular hipótesis y proponer las soluciones” (párr. 1). Dentro de estos se pretende explicar qué es lo que los niños y niñas deben aprender al interior de las instituciones educativas.

3. Metodología

3.1. Paradigma

Teniendo en cuenta su importancia, esta investigación adopta el paradigma cualitativo, el cual siempre ha sido un punto fuerte en la historia, tal como lo demuestra la educación del presente siglo. Para este paradigma, es esencial comprender los procedimientos involucrados por medio de una visión general del comportamiento y percepción de las personas sobre algún tema específico (Tecnológico de Monterrey, 2021).

El paradigma cualitativo posibilita describir las cualidades de un fenómeno y sus resultados no pueden extrapolarse a la población en general, pero, aun así, tiene un gran valor para la ciencia. En el paradigma cualitativo se debe hablar específicamente del entendimiento en profundidad en lugar de exactitud; en ese sentido, se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible (Otzen y Manterola, 2017).

Igualmente, posee un fundamento decididamente humanista que permite el entendimiento de la realidad social y de la posición idealista que resalta una concepción evolutiva y negociada del orden social. “El paradigma cualitativo percibe la vida social como la creatividad compartida de los individuos” (Cook y Reichardt, 1983, p. 28).

El investigador cualitativo se caracteriza porque sus estudios se realizan en pequeñas escalas que solo se representarán así mismo, por ende, debe realizar una investigación inductiva la cual haga énfasis en la validez de las investigaciones a través de la proximidad a la realidad empírica que brinda esta metodología. (Mendoza, 2006, p. 2)

3.2. Enfoque

El enfoque con el que se direcciona el proceso de investigación es el crítico social, ya que su interés es el de implementar la estrategia de realidad aumentada, con la intención de mejorar el aprendizaje de hibridación del carbono. Cifuentes (2011) afirma que:

El enfoque crítico social se sustenta en el paradigma dialéctico que se desarrolla a partir de las teorías de Engels y Marx (2015), sus ideas son transformadoras, y la sociedad es

entendida como una construcción histórica que se transforma de manera colectiva a través del conflicto que es la base del progreso. (p. 8)

En efecto, el enfoque crítico social tiene una estrecha relación con el proceso investigativo, dado que permite un acercamiento con los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química, en la cual, se aplica la estrategia de realidad aumentada para el mejoramiento del proceso de enseñanza aprendizaje.

3.3. Método

El método de este proyecto es la investigación-acción; según Colmenares y Piñero (2008), “la investigación-acción se presenta en este caso, no solo como un método de investigación, sino como una herramienta epistémica orientada hacia el cambio educativo” (p. 104). Se pretende relacionar la investigación con la acción, siendo esta última, la parte más importante debido a cómo se desarrolla la propuesta, en donde la parte activa es la implementación de la realidad aumentada para el mejoramiento del aprendizaje de la hibridación del carbono dentro del área de química orgánica, y la parte investigativa, procura establecer si se mejoró la adquisición de este conocimiento.

Según Munarriz (1992) “la investigación acción parte de una preocupación temática compartida por un grupo, donde los miembros describen su problemática, exploran lo que piensan los demás e intentan descubrir juntos lo que se puede hacer” (p. 109). De ese modo, permite afrontar diferentes problemáticas en el ámbito educativo, debido a que dentro de esta se hace una reflexión frente a las problemáticas a abordar.

3.4. Unidad de análisis

El proceso de investigación se llevó a cabo en el programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG; este es un contexto educativo y de formación que cuenta con un aproximado de 12 estudiantes cursando el cuarto semestre, y 6 en el séptimo semestre. De ellos, se tomó una muestra de 10 alumnos.

El proceso de implementación de la realidad aumentada en la hibridación del carbono implicó varias etapas y la recopilación de datos antes, durante y después de su aplicación. A continuación, se detalla cada una de estas etapas:

Investigación y diseño: En esta etapa inicial, se realizó una investigación exhaustiva sobre la hibridación del carbono en la cual se identificó los conceptos clave que deben ser comprendidos por los estudiantes. También se diseñó la experiencia de realidad aumentada, definiendo los elementos visuales e interactivos que se utilizarán para mejorar la comprensión de los conceptos.

Desarrollo del contenido: En esta etapa, se creó el contenido digital que será utilizado en la realidad aumentada. En los cuales se incluyeron modelos 3D del carbono y sus diferentes formas de hibridación, así como información adicional que ayudo a explicar los conceptos.

Prueba piloto: Antes de implementar la realidad aumentada en un entorno educativo formal, se realiza una prueba piloto con un grupo reducido de estudiantes. Durante esta prueba, se recopilaron datos sobre la efectividad de la realidad aumentada para mejorar la comprensión de los conceptos de hibridación del carbono.

Implementación en el aula: Una vez que se ha realizado la prueba piloto y se han realizado las modificaciones necesarias en el contenido o en la experiencia de realidad aumentada, se procedió a implementarla en un entorno educativo real. Durante esta etapa, se recopilaron datos sobre el rendimiento académico de los estudiantes, su nivel de participación e interacción con la realidad aumentada, y su percepción general sobre su utilidad para aprender sobre hibridación del carbono.

Recopilación de datos durante la implementación: Durante la implementación en el aula, se recopilan datos sobre el progreso de los estudiantes en la comprensión de los conceptos de hibridación del carbono. En el cual se incluyó un examen escrito elaborado en formulario de google, en el cual se pueden recopilar datos sobre el nivel de participación y compromiso de los estudiantes durante las actividades de realidad aumentada.

Evaluación y análisis: Después de finalizar la implementación de la realidad aumentada, se lleva a cabo una evaluación exhaustiva para analizar los resultados obtenidos. Esto implica comparar los datos recopilados antes, durante y después

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Las técnicas e instrumentos de recolección de información son importantes, pues permiten por medio de distintas formas obtener información, conduciendo a la verificación y permitiendo acercarse más al problema central de la investigación. Las técnicas que se utilizaron en este proceso de investigativo son: observación participante y encuesta.

3.5.1. Observación participante

La observación participante como técnica de investigación requiere que los investigadores utilicen instrumentos (diarios de campo, grabadoras de audio y de video, entre otros) para registrar de manera ordenada y sistemática todo lo que se observa en el entorno de la investigación. Estas herramientas de registro son esenciales para recopilar información detallada y precisa que ayudará al posterior análisis e interpretación de los datos. También, permiten al investigador registrar de manera organizada y estructurada diversas situaciones, interacciones y fenómenos que ocurren en el proceso, lo cual garantiza que no se pierda información importante y que los datos recopilados puedan analizarse en profundidad. Conforme a Rekalde et al. (2014):

La observación participante ha dado inicio a la construcción de instrumentos que han facilitado la interpretación y comprensión de las situaciones analizadas. La observación se ha registrado a través de las notas de campo, de sistemas categoriales emergentes, y de la reconstrucción de la realidad, para comenzar nuevamente el ciclo con una nueva observación. (p. 207)

Además, las herramientas de observación pueden proporcionar a los investigadores una visión más objetiva y sistemática de lo que sucede en el entorno de investigación. Con su uso, se pueden registrar con precisión las características, el comportamiento y los detalles relevantes del sujeto, objeto o situación que se estudia, permitiendo conocer mejor la comunidad y el grupo, en este caso particular, los estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG, con quienes se desarrolló el estudio.

3.5.2. Encuesta

La encuesta es una técnica que posibilita la recolección de información mediante cuestionarios previamente diseñados para indagar sobre determinados temas de un modo rápido y eficaz. García (1993) la define como una técnica que hace uso de una serie de procedimientos “estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características" (p. 141).

En lo que refiere al cuestionario, como instrumento de recolección de información, puede contener preguntas de dos tipos: cerradas o abiertas. Las cerradas, "son aquellas que contienen opciones de respuesta previamente delimitadas. Son más fáciles de codificar y analizar" (Hernández et al., 2010, p. 217); mientras que, las preguntas abiertas "no delimitan las alternativas de respuesta (...) y son útiles cuando no hay suficiente información sobre las posibles respuestas de las personas" (Hernández et al., 2010, p. 221).

3.6. Viabilidad

Esta investigación contribuye a cambiar la percepción de la educación, especialmente, en cuanto al uso de tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje; beneficiándose en ese sentido, a los estudiantes en primera instancia. En la actualidad, la RA es un recurso tecnológico que se está consolidando en la educación y otros campos en general. Por esta razón, se tiene en cuenta como estrategia para la proyección de los diferentes procesos de hibridación del carbono en alta definición o 3D.

Los resultados obtenidos sirven como apoyo a diferentes teorías debido a que es una investigación con hechos viables y no solo se basa en lo descriptivo, sino también en la evidencia; por tal razón, se realiza un encuentro directo con los participantes.

La Universidad CESMAG se destaca por tener un amplio lugar de trabajo, por ende, el proceso de investigación se logró desarrollar sin ninguna alteración o problema por falta de recursos; a su vez, existe sostenibilidad de la misma en cuanto al talento humano. Se tuvo en cuenta la participación de las instancias académicas como: directores del programa, docentes del

programa de Licenciatura en Química y, además, el docente encargado Dr. Braulio Insuasty, quienes estuvieron prestos a colaborar y apoyar este proyecto investigativo.

3.7. Talento Humano

El talento humano ha sido fundamental para el desarrollo de esta investigación; la fuerza humana y la colaboración influye de manera positiva y significativa en el rendimiento y calidad del estudio.

3.8. Recursos bibliográficos

En las actividades propias de los procesos de investigación los recursos bibliográficos representan un conjunto de elementos informativos y organizados conforme a unas normas, que permiten identificar a una unidad documental de manera unívoca en vistas a su localización y posterior recuperación. En este proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes recursos bibliográficos:

- Libros
- Revistas de educación
- Artículos de educación
- Tesis de maestría
- Tesis pregrado
- Páginas web de educación

3.9. Recursos físicos

Los recursos físicos aluden a la propiedad tangible e incluyen instalaciones donde puede ser posible el pleno desarrollo de las actividades investigativas. Se resaltan los siguientes:

- Aula de clase
- Zonas Verdes
- Canchas

3.10. Recursos Audiovisuales - Tecnológicos

Los medios audiovisuales son aquellos materiales y equipos que registran, reproducen, difunden mensajes visuales y sonoros con el fin de facilitar conocimientos y, especialmente, motivar aprendizajes y actitudes. En el trabajo de investigación se utilizaron los siguientes recursos audiovisuales y tecnológicos:

- Computador
- Celular
- Impresora
- Video Beam
- Equipo de Sonido

4. Propuesta de intervención

4.1. Título

Estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de hibridación del carbono, utilizando la realidad aumentada en los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la universidad CESMAG.

4.2. Caracterización de la intervención

La presente propuesta de intervención que involucra el uso de la realidad aumentada como recurso para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono, se llevó a cabo con los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG.

La metodología descrita es sustentada en la pedagogía constructivista, que implica la utilización de diversas estrategias activas enfocadas en lograr una educación basada en la construcción del propio aprendizaje por parte del alumno, un aspecto crucial en el proceso pedagógico, pues de ello dependerá el grado de compromiso y apertura para internalizar los conceptos, ideas y temas que se faciliten dentro del aula de clase. De ahí que, sea necesario “la implementación de actividades bien seleccionadas [que] pueden llevar al estudiante a profundas reflexiones y percepciones” (Villalobos, 2003, p. 176).

Se consideró la realidad aumentada como recurso didáctico porque esta brinda a los estudiantes la posibilidad de ver una molécula desde todos sus ángulos, visualizar cómo se organizan los átomos en un elemento y comprender conceptos químicos más abstractos. La estrategia se ha convertido en la mejor forma de conexión que existe entre el mundo real y los contenidos digitales; esta característica le permite reforzar el aprendizaje de los contenidos educativos mediante el uso de la tecnología.

La propuesta de intervención está centrada principalmente en la unidad diádica llamada “Hibridación del carbono” que se realizó en tres sesiones:

En la fase inicial se identifican los conocimientos previos de los alumnos, a través de una prueba diagnóstica que consiste en resolver un cuestionario de preguntas cerradas relacionadas con el tema de hibridación del carbono.

En segunda instancia se realizó una intervención con los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG, en la que se socializa a través de una presentación, los conceptos de hibridación del carbono (sp , sp^2 , sp^3) y las diferentes estructuras geométricas de cada una de las hibridaciones. Asimismo, se da a conocer el funcionamiento de la aplicación de realidad aumentada “Hibridación del carbono”, la cual contiene en sus funciones los diferentes procesos de hibridación del carbono y sus estructuras geométricas; se espera que con la ayuda de la herramienta los alumnos puedan fortalecer el aprendizaje de este tema tan importante en química orgánica.

Por último, se evaluó si el recurso educativo y la estrategia didáctica funcionaron, a través del mismo cuestionario que se aplicó en la fase inicial o fase diagnóstica; esto para contrastar los conocimientos de los estudiantes antes y después de la utilización de la herramienta RA.

4.2.1. Pensamiento pedagógico

La integración de la realidad aumentada (RA) se basa en la idea de mejorar la comprensión y el aprendizaje de los conceptos químicos mediante la utilización de una tecnología interactiva y visualmente atractiva. Esto puede hacer que los conceptos químicos abstractos sean más tangibles y comprensibles.

La química a menudo implica conceptos abstractos y estructuras moleculares que pueden ser difíciles de entender a través de representaciones gráficas. La RA permite a los estudiantes ver estas estructuras en 3D y explorarlas desde diferentes ángulos, lo que facilita su comprensión. Además, fomenta el aprendizaje activo al permitir que los estudiantes manipulen y promuevan la observación, dos aspectos claves en el aprendizaje científico.

La RA permite la adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes, al igual que, los docentes puedan diseñar experiencias que se ajusten al nivel de conocimiento y al ritmo de aprendizaje de cada alumno, lo que facilita la personalización del aprendizaje, pues la tecnología de RA a menudo resulta emocionante y llamativa, lo que puede aumentar su motivación para aprender química. En efecto, la posibilidad de explorar conceptos de manera interactiva y divertida puede mantener a los estudiantes comprometidos en su proceso de aprendizaje.

En este sentido, Acosta y Valencia (2022) plantean que, el nuevo pensamiento pedagógico pretende fomentar la innovación en el aula, del mismo modo, hacer frente a los nuevos retos de los procesos educativos. De esta manera, ofrecer una educación de calidad, fortaleciendo el aprendizaje práctico y creativo, contrarrestando el mayor reto de la educación, el cual es generar motivación en el alumnado.

4.3. Referente teórico-conceptual de la propuesta de intervención pedagógica

En el presente apartado se hará énfasis en qué es unidad diádica, realidad aumentada y la hibridación del átomo de carbono.

Se puede decir que, las **unidades didácticas** son herramientas útiles y organizadoras de los contenidos escolares; se constituyen como un conjunto de elementos pedagógicos dispuestos organizadamente para desarrollar una clase en un tiempo, espacio y contexto determinados. Tiempo atrás la unidad didáctica era considerada como una estructura simple de un tema, el cual luego se lo implementaría dentro del aula de clase (Hernández, 2002).

Por otro lado, la **realidad aumentada (RA)** se relaciona con la integración de contenidos gráficos sobre una vista del mundo real, en donde se utilizan dispositivos tecnológicos como teléfonos móviles, tablet y otros. En ese sentido, se introduce objetos virtuales en un ambiente físico, y se los muestra a los interesados usando una interfaz del ambiente real apoyada en la tecnología. En cuanto a la RA aplicada a la educación, refiere al uso de tecnología que posibilita la recreación de la realidad en un aula y dotar de vida a los objetos para estudiarlos, aplicándose la tecnología como recurso de enseñanza-aprendizaje. “La realidad aumentada en la educación forma parte de lo que se denominan pedagogías emergentes, esta se basa principalmente en la integración de nuevas tecnologías” (EUROINNOVA, s.f., párr. 5).

En cuanto a las **estrategias didácticas** son definidas como una serie de acciones planificadas por el docente y orientadas a que el estudiante logre la construcción del aprendizaje y se alcance los objetivos propuestos. Es “un procedimiento organizado, formalizado y orientado a la obtención de una meta claramente establecida. Su aplicación en la práctica diaria requiere del perfeccionamiento de procedimientos y de técnicas cuya elección detallada y diseño son responsabilidad del docente” (UNED, 2013, p. 1). La estrategia didáctica implica:

- Una planificación del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Una gama de decisiones que el o la docente debe tomar, de manera consciente y reflexiva, con relación a las técnicas y actividades que puede utilizar para alcanzar los objetivos de aprendizaje. (UNED, 2013, p. 2)

Una estrategia didáctica integra algo más que la mera aplicación de una técnica con un listado de actividades o tareas para llevar a cabo; Mansilla y Beltrán (2013) la conciben como “la estructura de actividad en la que se hacen reales los objetivos y contenidos” (p. 9). Esta estructura implica un proceso que nace desde un punto de partida, que son los contenidos de información, puede ser nueva o alguna información previa que las personas participantes ya posean sobre el

tema; y de ahí, hasta el punto en que se espera llegar; es decir, hacer real el objetivo, el cumplimiento de lo que se desea alcanzar cuando se propone el desarrollo de una estrategia.

4.4. Plan de actividades y procedimientos

4.4.1. Proceso metodológico

El proceso metodológico se desarrolla en tres fases: diagnóstico, diseño e implementación de la estrategia usando la RA y evaluación de dicha estrategia. La fase 1 inicia con una actividad diagnóstica a través de un cuestionario de conocimientos previos acerca del tema de hibridación del carbono. El cuestionario se muestra a continuación:

Tabla 1

Cuestionario diagnóstico (pre-test y test final)

Actividad diagnóstica (pre- test y test final)

Seleccione la respuesta correcta a cada uno de los enunciados.

1. El concepto de hibridación permite explicar la tetravalencia del carbono, lo que quiere decir que dicho átomo puede formar:
 - A. 4 enlaces por puente de hidrógeno
 - B. 4 enlaces covalentes
 - C. 3 enlaces covalentes y 1 iónico
 - D. 4 enlaces iónicos
 2. Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas corresponde al elemento del carbono, teniendo en cuenta que su número atómico es 6.
 - A. $1s^2 2s^2 2p^2$
 - B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 - C. $1s^2 2s^2 2p^6$
 - D. $1s^2 2p^4$
 3. Una característica fundamental del carbono es que puede:
 - A. Formar enlaces con otros carbonos
 - B. Formar enlaces con otros elementos
 - C. Estar presente en todos los seres vivos
-

D. Todas la anteriores

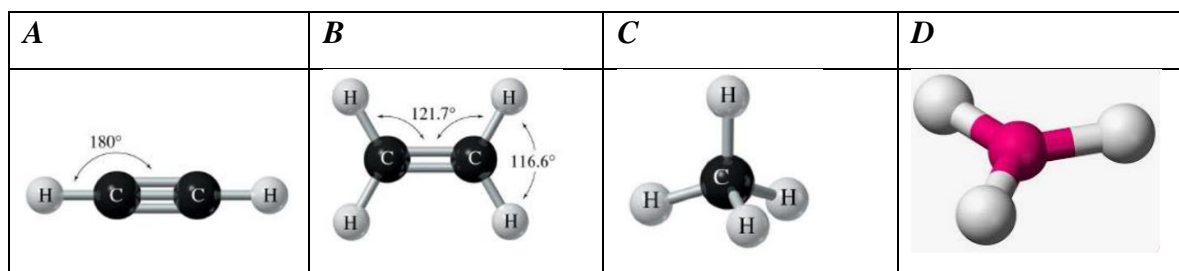
4. Cuando el carbono forma parte de compuestos orgánicos se une generalmente mediante enlaces de tipo:

- A. Covalente
- B. Metálico
- C. Iónico
- D. Fuerzas de Van der Waals

5. En química orgánica, el concepto de la hibridación se asocia a:

- A. Interacción de electrones
- B. Cambio físico de la materia
- C. Interacción entre dos átomos
- D. Interacción de orbitales atómicos

6. Un carbono con hibridación sp^3 tiene la siguiente geometría:



7. Cuando la hibridación es de tipo sp^3 se cumple que:

- I. El enlace es simple
- II. El ángulo de separación es de 120°
- III. La geometría que adquiere es tetraédrica

- A. Solo I
- B. Solo II
- C. Solo III
- D. Solo I y III

8. Cuando la hibridación es de tipo sp^2

- I. El enlace es doble
 - II. El ángulo de separación entre orbitales es de 109.5°
 - III. La geometría que adquiere es triangular plana
-

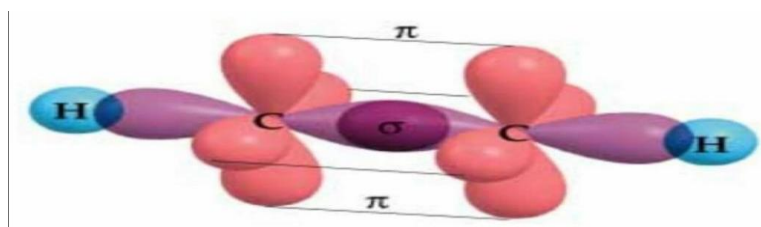
-
- A. Solo I
B. Solo II
C. Solo III
D. Solo I y III
9. La hibridación sp^2 del carbono implica la formación de:
- A. 2 orbitales híbridos y 2 sin hibridar
B. 3 orbitales híbridos y 1 sin hibridar
C. 1 orbital híbrido y 3 sin hibridar
D. 4 orbitales híbridos
10. Cuando la hibridación del carbono es de tipo sp se cumple que:
- I. El enlace es triple
II. El ángulo de separación es de 180°
III. La geometría que adquiere es tetraédrica
- A. Solo I y III
B. Solo II
C. Solo III
D. Solo I y II
11. En una geometría tetraédrica donde el carbono presenta hibridación sp^3 , los ángulos entre los orbitales son de:
- A. 160°
B. 120°
C. 109.5°
D. 180°
12. Con qué tipo de hibridación del carbono se relaciona la geometría trigonal
- A. sp^3
B. sp
C. sp^3d^2
D. sp^2
13. La hibridación sp del carbono implica la formación de:
- A. 2 orbitales híbridos y 2 sin hibridar
B. 1 orbital híbrido y 1 sin hibridar
-

-
- C. 1 orbital híbrido y 2 sin hibridar
D. 2 orbitales híbridos y 1 sin hibridar

14. Qué tipo de hibridación presentan los alquinos:

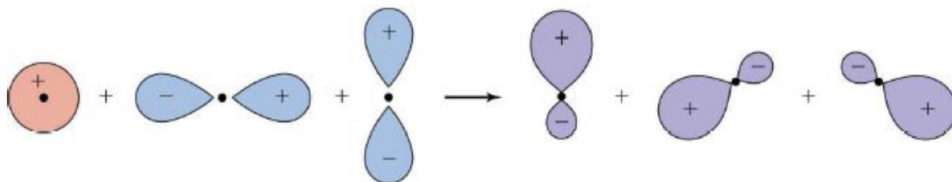
- A. sp
B. sp^2
C. sp^3
D. sp^3d

15. Qué tipo de hibridación presenta la siguiente figura:



- A. sp
B. sp^2
C. sp^3
D. sp^3d

16. Qué tipo de hibridación presenta la siguiente figura



- A. sp
B. sp^2
C. sp^3
D. sp^3d

También se incluyen preguntas sobre las estrategias utilizadas por el docente durante el desarrollo de las clases.

Con base en los resultados obtenidos en el pretest se diseñó e implementó una estrategia didáctica usando RA (fase 2), en la cual se pretende identificar los conceptos claves relacionados

con la hibridación del carbono que incluyen la exploración de los diferentes procesos de hibridación (sp , sp^2 , sp^3) y la observación de la estructura molecular en 3D. La aplicación de la RA utilizada se denomina “Hibridación del carbono” diseñada por Mariela Damaris Urzúa Reyes (2021), docente del Tecnológico de Monterrey. Por último, se lleva a cabo la fase 3, en donde se evalúa la estrategia didáctica a través de un cuestionario (*Post test*) para determinar el aprendizaje alcanzado por los estudiantes.

4.4.2. Proceso didáctico

Con base en los resultados obtenidos en la fase 1, se diseñó una estrategia didáctica a partir de una guía de interaprendizaje que involucra el uso del recurso de RA “Hibridación del carbono” para que los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química identifiquen los conceptos de hibridación.

La guía de interaprendizaje sobre hibridación del carbono con RA busca ofrecer una experiencia de aprendizaje más interactiva en donde los estudiantes puedan explorar y manipular modelos tridimensionales de átomos de carbono y sus enlaces, lo que les permitirá comprender mejor los conceptos de hibridación y la forma en que los átomos de carbono se unen para formar moléculas orgánicas. Esta guía comprende las siguientes etapas:

Tabla 2

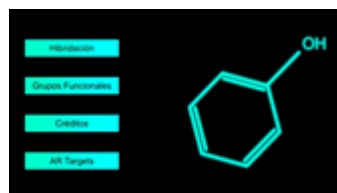
Momentos de la Guía hibridación del carbono

Momentos de la Guía hibridación del carbono	Actividad
A. Identificación de ideas previas generalidades hibridación del carbono	Inducción de las herramientas que se utilizarían Durante el desarrollo de la temática.

Hibridación del carbono AR

B. Fundamentación Teórica sobre hibridación del carbono. Utilizando La realidad aumentada como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la universidad CESMAG

Clase didáctica sobre la hibridación del carbono, hacienda uso de la aplicación **Hibridación del carbono AR**



C. Ejercitación con preguntas sobre la temática planteada

Planteamiento de preguntas durante la clase expositiva sobre la realidad aumentada.

D. Lectura de profundización de la temática

Fomentar el uso de herramientas digitales para el aprendizaje de la química

E. Investigación extra clase

Lectura de libros, artículos y otros materiales relacionados con el tema de hibridación del carbono.

Guía Hibridación del carbono

Tabla 3

Formato Guía Hibridación del carbono

Universidad CESMAG	
Semestre	Cuarto y séptimo
Asignatura	Química Orgánica I
Tiempo	Una sesión

	Conceptual	Procedimental	Actitudinal
Competencias	Relaciona la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas.	Ilustra la estructura molecular, de los diferentes procesos de hibridación del carbono.	Participa y escucha activamente al docente y a los compañeros.

Momento 1. Actividad exploratoria

Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los conocimientos previos de los estudiantes con respecto al tema de hibridación del carbono
Criterios de evaluación	<p>Demuestra la apropiación de los conceptos de la hibridación del carbono.</p> <p>Comparte sus conocimientos y valora los aportes de sus compañeros.</p>
Evidencia	Plantilla de registro de respuestas en Excel generado por el formulario de Google.
Recursos	Computadores, tabletas, celulares, formulario de Google.

Secuencias de actividades

Actividad de inicio (20 minutos)	Presentaremos la temática a trabajar, tomando como punto de partida los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica.
Desarrollo (30 min)	La prueba diagnóstica se llevará a cabo en un tiempo predeterminado de 30 min, se les entregará a los estudiantes el link del formulario Google donde tendrán que resolver unas series de preguntas, de esta forma evaluaremos sus conocimientos previos.
Actividad de cierre (20 min)	Finalizado el tiempo predeterminado, se recogerán las pruebas para analizar los resultados obtenidos. y se les presentará los objetivos del proyecto de investigación.

Momento 2: Actividad de aprendizaje: hibridación del carbono

Objetivo	<ul style="list-style-type: none">• Identificar los diferentes procesos de hibridación del carbono.• Reconocer las estructuras moleculares de los procesos de hibridación del carbono.
Criterios de evaluación	Capacidad para escuchar proponer ideas y contrastar pensamientos Capacidad para reconocer y diferenciar el concepto de hibridación y sus procesos (sp, sp ² , sp ³). Formula conclusiones e ideas sobre lo aprendido.
Evidencias	Resultados de la evaluación
Recursos	Programa de realidad aumentada. (hibridación del carbono)

Secuencia de actividades.

Actividad de inicio (20 min)	Saludo de bienvenida, llamado a la lista. Posteriormente se establecerán los objetivos de la clase, se realizará un diálogo introductorio acerca de hibridación del carbono.
Desarrollo (50 min)	Con la ayuda del programa de realidad aumentada (Hibridación del carbono) y con una presentación realizada por el docente, se procederá a llevar a cabo la explicación del contenido (hibridación del carbono). Del mismo modo, se propondrán estructuras orgánicas en el programa, con el objetivo de que los estudiantes puedan reconocerlas, y determinar si esta aplicación contribuye a fortalecer el aprendizaje los diferentes procesos de hibridación del carbono.
Actividad de cierre (30 min)	Los Estudiantes deberán identificar las estructuras de los procesos de hibridaciones, además verificar si se dificulta el manejo de la aplicación

4.4.3. Recursos

Los recursos utilizados en la propuesta de intervención fueron: formularios de Google, presentaciones en Canva, tablero, marcadores, etc.

5. Análisis e interpretación de resultados

La investigación de carácter cualitativo, empleó el método de investigación acción, que involucra como primer momento realizar un diagnóstico para conocer los conceptos previos y las dificultades que los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG presentan sobre la teoría de hibridación del carbono. Para esto, se utilizó como técnica de recolección de información el cuestionario de preguntas cerradas.

En un segundo momento se realizó una intervención en el aula de clases con cada uno de los grupos, a los que se les aplicó la guía de interaprendizaje que fue elaborada a partir de los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico e integró el recurso didáctico de RA aumentada, diseñado por la docente Mariela Damaris Urzúa Reyes (2021) y conocido como “Hibridación del carbono AR”.

Por último, para determinar el si la intervención realizada tuvo un impacto positivo o negativo en la apropiación del tema de hibridación de carbono, se realizó con los estudiantes la encuesta propuesta en el primer momento para: evaluar la eficiencia del uso de los recursos tecnológicos en el aula, establecer si son pertinentes para reforzar los conocimientos de los estudiantes e identificar si estos son un elemento que influye en la motivación del alumno.

La información recolectada en el primer momento se organizó a partir de una secuencia de matrices (Anexo 2), en las cuales se agrupó la información de acuerdo con las diferentes categorías que se tuvieron en cuenta en la investigación, haciendo énfasis en las recurrencias de las respuestas que los alumnos suscitaron en la encuesta y otorgándoles así un porcentaje. Igualmente, se revisó un referente teórico para respaldar los resultados.

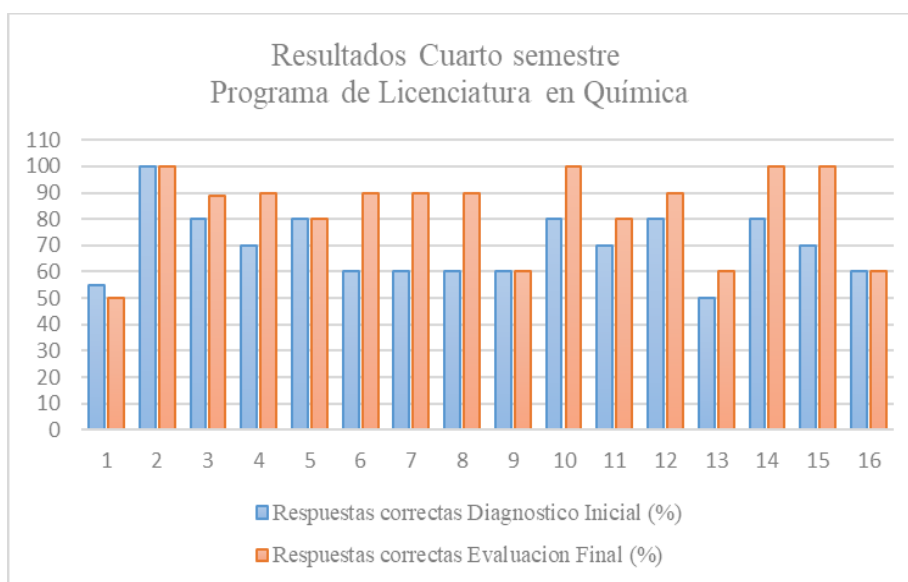
5.1. Análisis sobre comprensión de los conceptos de hibridación del carbono antes y después de la implementación de la estrategia didáctica

5.1.1. Pre y post test cuarto semestre

Se realizó una encuesta, aplicada en las fases de diagnóstico y evaluativa, con el objetivo de comparar los resultados del antes y el después de la implementación de la realidad aumentada. A partir de este proceso se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 7

Resultados pre y post test cuarto semestre programa de Licenciatura en Química



Nota. En la figura se evidencia las respuestas acertadas por parte de los estudiantes de cuarto semestre del programa de Licenciatura en Química en el diagnóstico inicial y la evaluación final.

En la Figura 7 se observa los resultados en relación con la categoría de **conocimiento**, en la cual se determinó los conocimientos previos de los estudiantes de cuarto semestre. Para el análisis de los resultados, es importante reconocer que el eje (y) representa el porcentaje de las respuestas correctas en una escala de cero (0%) a cien (100%), y en el eje (x) se encuentra el número de la pregunta respondida por los estudiantes, estas van desde la pregunta 1 hasta la pregunta 16.

A partir del Diagnóstico se puede evidenciar que el porcentaje de las respuestas acertadas por los estudiantes es bajo. Esto se debe a que presentaban confusiones con el tema de hibridación del carbono, una temática que relaciona estructuras moleculares complejas, lo cual dificulta su aprendizaje si solamente se observan imágenes en 2D, procedentes de textos y guías que el docente titular comparte.

Ahora bien, para el análisis de los resultados nos vamos a enfocar principalmente en las preguntas 4, 6, 12, porque sus resultados corresponden a aquellos temas en los cuales se obtuvieron mejoras significativas en relación con el diagnóstico inicial y evaluación final.

- Resultados de la pregunta 4 “Cuando el carbono forma parte de compuestos orgánicos, se une generalmente mediante enlaces de tipo:”

Figura 8

Resultados del diagnóstico en relación con la pregunta 4 (4° semestre)

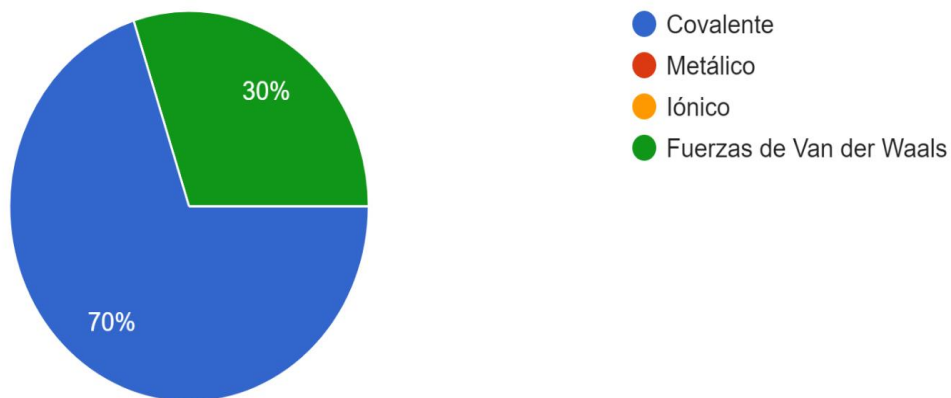
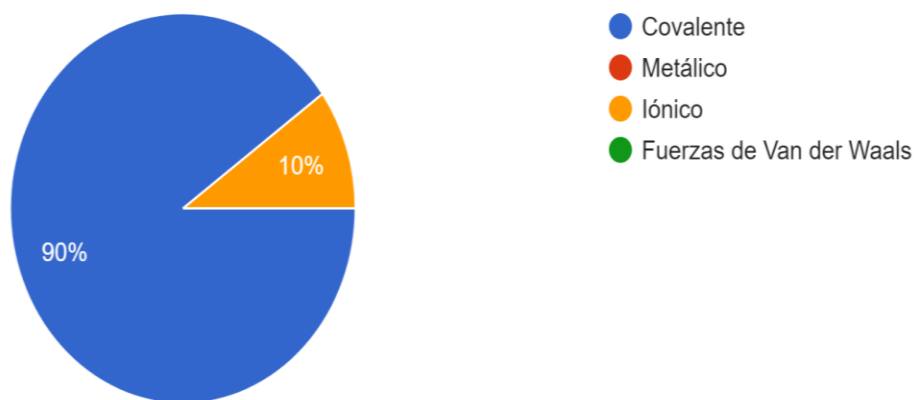


Figura 9

Resultados de la evaluación final después de la aplicación de la realidad aumentada (4° semestre)



Se puede evidenciar que, en el diagnóstico el 70% de los estudiantes encuestados reconocen que el carbono se une mediante enlaces de tipo covalente; sin embargo, en la evaluación final el 90% de los participantes afirman que el carbono se une mediante enlaces de tipo covalente. Con lo expuesto se reconoce que estos compuestos son buenos combustibles. Por lo tanto, la enorme diversidad en los compuestos del carbono hace de su estudio químico una importante área del conocimiento básico y aplicado de la ciencia actual.

- Resultados de la pregunta 6 “un carbono con hibridación sp^3 tiene la siguiente geometría:”

Figura 10

Resultados del diagnóstico en relación con la pregunta 6 (4° semestre)

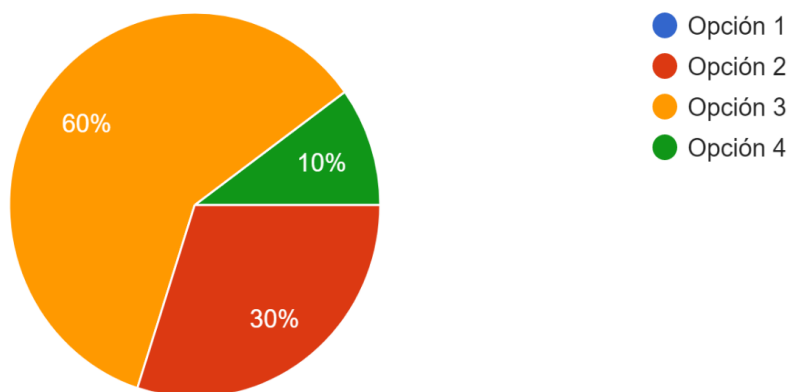
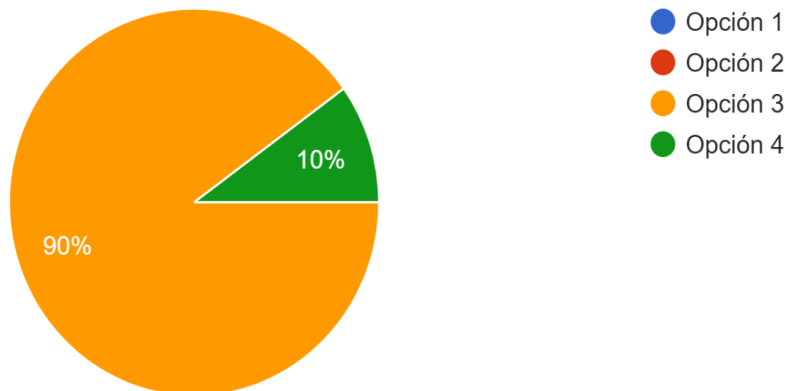


Figura 11

Resultados de la evaluación final después de la aplicación de la realidad aumentada (4° semestre)



Es muy importante hacer énfasis en esta pregunta debido a que en ella se presentaron como opciones de respuesta una serie de figuras, donde se pretende que el estudiante reconozca la geometría en el proceso de hibridación sp^3 .

Al respecto, se pudo evidenciar que en el diagnóstico el 60% respondieron la opción correcta (antes de aplicar la realidad aumentada); luego de la aplicación de la RA los resultados aumentaron a 90%, infiriéndose con ello que, la RA aporta a que los estudiantes favorezcan el aprendizaje de la hibridación del carbono.

- Resultados de la pregunta 12 “Con qué tipo de hibridación del carbono se relaciona la geometría trigonal:”

Figura 12

Resultados prueba diagnóstica en relación con la pregunta 12 (4° semestre)

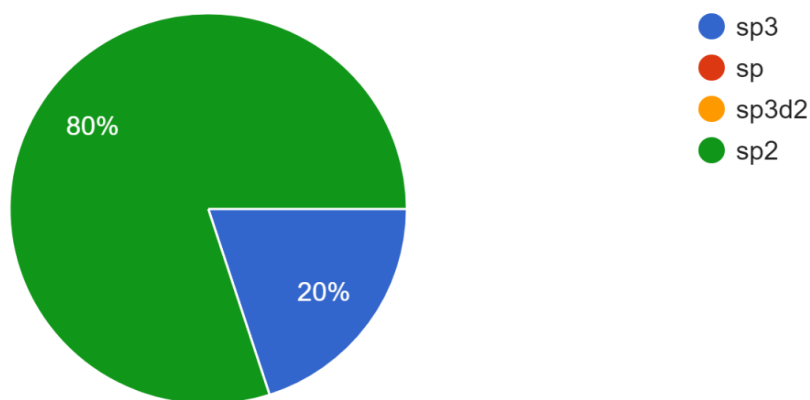
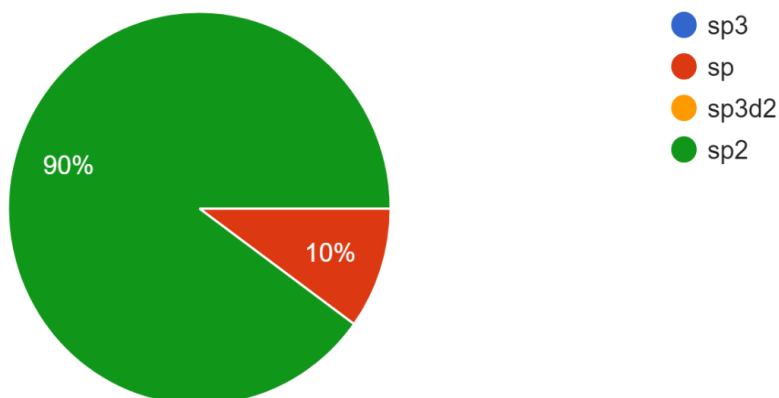


Figura 13

Resultados de la evaluación final después de la aplicación de la realidad aumentada (4° semestre)



Los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica demuestran que, el 80% de los encuestados tiene claro y relacionan la geometría trigonal de la hibridación sp^2 . Sin embargo, después de aplicar la realidad aumentada, los resultados obtenidos en el post test incrementaron satisfactoriamente, pues el 90% de los estudiantes marcaron la opción correcta con respecto a la pregunta 12. Con lo expuesto, se puede inferir que el uso de la realidad aumentada favorece la motivación y el aprendizaje en el aula de clases con respecto a la hibridación del carbono.

5.1.2. Pre test y post test séptimo semestre

Para abordar el tema de hibridación del carbono, tomándose como referencia la realidad aumentada como recurso didáctico, se trabajó también con estudiantes de séptimo semestre de la Universidad CESMAG del programa de Licenciatura en Química. Los estudiantes realizaron un pre test, es decir, una evaluación inicial que se realiza antes de un proceso de aprendizaje o entrenamiento para determinar el nivel de conocimiento o habilidad inicial de un individuo. Esta evaluación proporciona información importante para adaptar el contenido y enfoque del curso, también ayuda a monitorear el progreso del estudiante a lo largo del proceso de aprendizaje. Igualmente, el grupo realizó un test final, que fue utilizado para evaluar el nivel de conocimiento o habilidad adquirida por los estudiantes al final del proceso de aprendizaje.

A continuación, se presentarán los resultados más relevantes obtenidos antes y después de utilizar la realidad aumentada como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG.

Tabla 4

Resultados del pre test estudiantes de séptimo semestre

Preguntas	Opciones de respuesta			
	%A	%B	%C	%D
1	50%	33,3%	16,7%	0%
2	100%	0%	0%	0%
3	16,7%	0%	16,7%	66,7%
4	100%	0%	0%	0%
5	33,3%	0%	16,7%	50%
6	0%	0%	83,3%	16,7%
7	0%	0%	33,3%	66,7%
8	33,3%	0%	33,3%	33,3%
9	66,7%	16,7%	0%	16,7%
10	66,7%	16,7%	0%	16,7%
11	0%	66,7%	33,3%	0%

12	66,7%	0%	16,7%	16,7
13	16,7%	33,3%	33,3%	16,7%
14	0%	50%	50%	0%
15	0%	50%	50%	0%
16	33,3%	16,7%	50%	0%

Nota. En la tabla se logra apreciar la diversidad de respuestas consignadas por los estudiantes; de acuerdo con sus pre saberes, identificaron cuál de los numerales A, B, C y D corresponden a lo que sería próximo al concepto de hibridación del carbono de química orgánica. Las respuestas correctas están resaltadas en color amarillo.

En la tabla 4 se puede observar que en la **pregunta 1** el 33% contestó la B, acertando a la respuesta correcta; por su parte, contestaron el 50% la A, 16,7% la C y 0% la D. Se puede concluir que un porcentaje alto no acertaron con la respuesta correcta dado que no identifican que el concepto de hibridación permite explicar la tetravalencia del carbono, es decir, que dicho átomo puede formar 4 enlaces covalentes.

En la **pregunta 2**, se puede observar que el 100% contestó acertadamente a la A, con ello, se establece que los estudiantes identifican la configuración electrónica que corresponde al elemento del carbono.

En la **pregunta 3** contestó el 67,7% la D, que es la respuesta correcta, mientras que, el 35,4% contestaron A y C, los cuales no identifican la característica fundamental del átomo de carbono.

En la **pregunta 4** se tiene que, el 100% de los estudiantes asignaron el numeral A, respuesta correcta, donde asocian que cuando el carbono forma parte de compuestos orgánicos, se une generalmente mediante enlaces de tipo covalente.

En la **pregunta 5** el 50% de los estudiantes respondió correctamente a la D, los cuales pueden asociar el concepto de hibridación del carbono a la interacción de orbitales atómicos.

En la **pregunta 6**, el 16,7 % no identifica la geometría que presenta la hibridación sp^3 del carbono y el 83,3% acertó en la respuesta correcta.

En la **pregunta 7**, 33,3% de los alumnos no identifica las funciones que cumple la hibridación sp^3 del carbono, en contraste con el 66,7% que sí lo hace.

En la **pregunta 8**, los estudiantes seleccionaron así: A (33,3%), C (33,3%) y D (33%); lo que permite establecer que, al asociar información teórica sobre las funciones que cumple la hibridación del carbono de tipo sp^2 , los estudiantes se acercan a la identificación de la respuesta; y aunque se presentan porcentajes similares, en algunos numerales no se evidencia claramente que estén apropiados del concepto.

Por su parte, en la **pregunta 9**, 83,4% no acierta con la respuesta correcta y no reconoce las implicaciones de la formación de la hibridación del carbono sp^2 . Igualmente, en la **pregunta 10**, solo el 16,7% identifica de manera correcta el tipo de enlace que pueden formar la hibridación de carbono de tipo sp .

En cuanto a la **pregunta 11**, el 33,3% contestó C, esto corresponde a los estudiantes que identifican los ángulos que forman la geometría tetraédrica donde el carbono presenta hibridación sp^3 , mientras que, el 66,6% (B) desconoce esa información.

En la **pregunta 12** solo el 16,7% seleccionó la respuesta correcta (C), mientras que, el 66,7% escogió la A, estos son estudiantes que no identifican con qué tipo de hibridación del carbono se relaciona la geometría trigonal.

En la **pregunta 13** solo una mínima cantidad de estudiantes (16,7% que contestó A) reconoce que la hibridación sp del carbono implica la formación de 1 orbital híbrido y 1 sin hibridar.

En cuanto a la **pregunta 14**, el 50% de los estudiantes reconocen el tipo de hibridación de los alquenos (opción de respuesta B). En la pregunta 15, el 100% de los estudiantes que realizaron la prueba no pueden identificar la hibridación del carbono por medio de figuras geométricas (erraron y ninguno escogió la opción A). Finalmente, la **pregunta 15** demuestra que el 50% de los estudiantes (escogieron la opción de respuesta C) puede reconocer la hibridación sp^2 por medio de figuras geométricas.

Tabla 5

Test final séptimo semestre

Preguntas	Opciones de respuesta			
	%A	%B	%C	%D
1	0%	83%	0%	0%
2	100%	0%	0%	0%
3	16,7%	0%	16,7%	66,7%
4	100%	0%	0%	0%
5	0%	0%	16,7%	83,3%
6	0%	0%	83,3%	16,7%
7	0%	0%	0%	100%
8	0%	0%	0%	100%
9	0%	83,3%	16,7%	0%
10	66,7%	16,7%	0%	16,7%
11	0%	0%	100%	0%
12	33,3%	0%	16,7%	50%
13	50%	0%	33,3%	16,7%
14	0%	100%	0%	0%
15	66,7%	16,7%	16,7%	0%
16	0%	16,7%	83,3%	0%

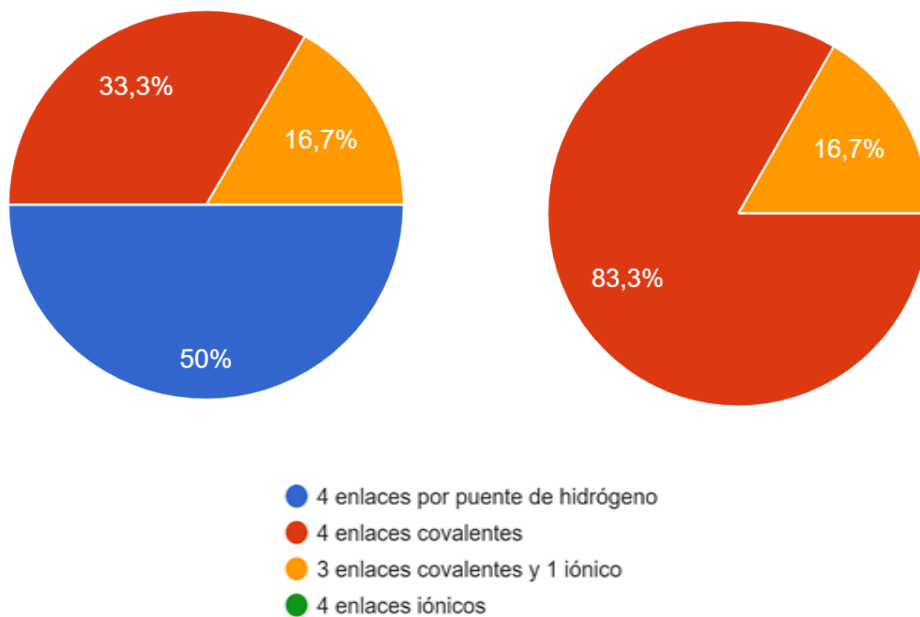
Nota. Las respuestas correctas del test final están resaltadas en color verde.

5.1.2.1. Análisis Pre test vs Post test. Basándonos en los resultados del pretest y el postest, se puede concluir que la estrategia implementada tuvo un efecto positivo en el manejo conceptual y en el desarrollo de los contenidos de química orgánica a través de las guías de interaprendizaje utilizadas. A continuación, se presentan resultados significativos del pre y post test aplicado a los estudiantes de séptimo semestre.

- Resultados de la Pregunta 1 “El concepto de hibridación permite explicar la tetravalencia del carbono, lo que quiere decir que dicho átomo puede formar:”

Figura 14

Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 1

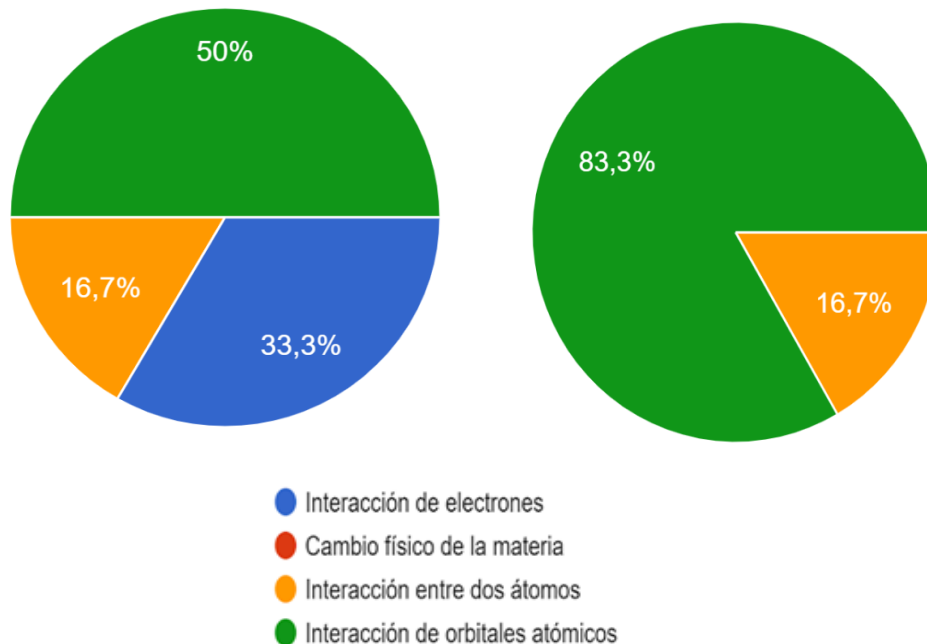


El concepto de hibridación permite explicar la tetravalencia del carbono, lo que quiere decir que dicho átomo se puede formar 4 enlaces covalentes. En la **pregunta 1** se pasó de tener un acierto del 33,3% a 83,3% luego de hacer uso del recurso didáctico (RA).

- Resultados de la Pregunta 5 “En química orgánica, el concepto de hibridación se asocia a:”

Figura 15

Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 5



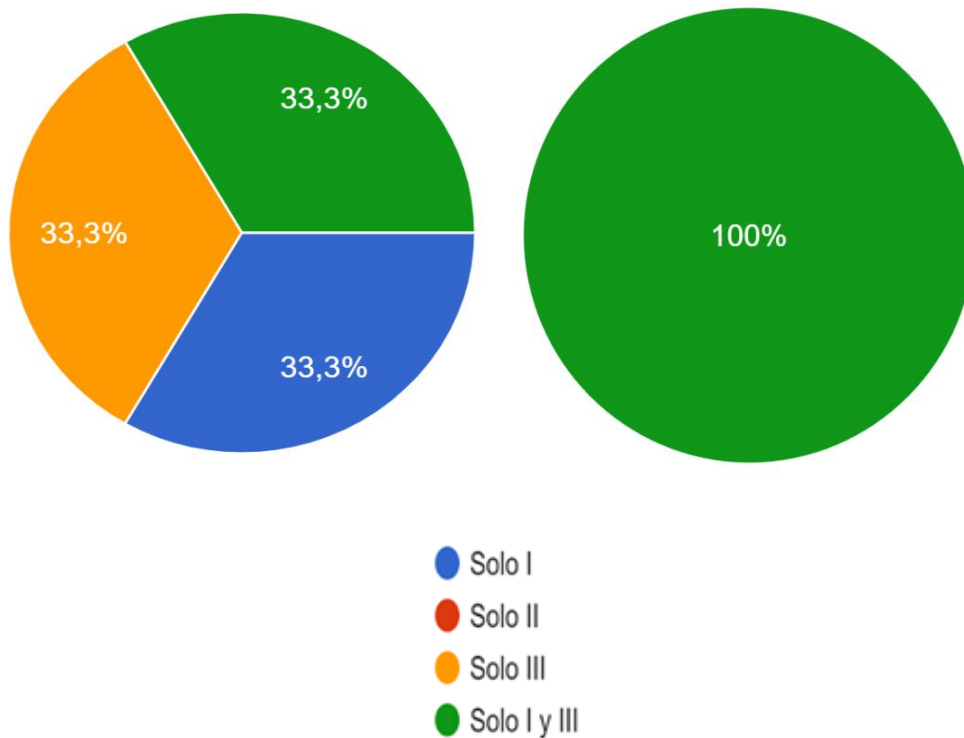
En química orgánica, el concepto de hibridación se asocia a interacción de orbitales atómicos; en ese sentido, la **pregunta 5** pasó de 50% al 83% de aciertos por parte de los estudiantes.

- Resultados de la Pregunta 8 “Cuando la hibridación es de tipo sp^2 se cumple que:”

- I. El enlace es doble
- II. El ángulo de separación entre orbitales es de 109.5°
- III. La geometría que se adquiere es triangular plana

Figura 16

Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 8

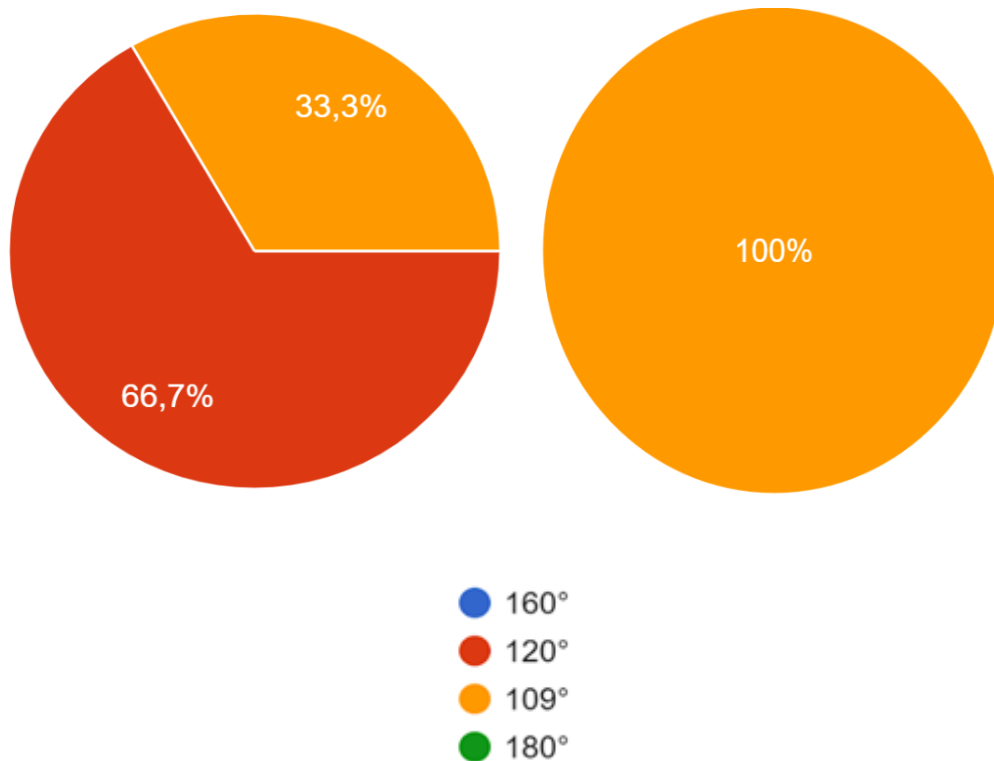


Cuando la hibridación es de tipo sp^2 se cumple que “I. El enlace es doble” y “III. La geometría que se adquiere es triangular plana”. En relación con lo mencionado, en la pregunta 8 se evidencia que los aciertos pasaron del 33,3% a 100% de efectividad.

- Resultados de la Pregunta 11 “En una geometría tetraédrica donde el carbono presenta hibridación sp^3 , los ángulos entre los orbitales son de:”

Figura 17

Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 11

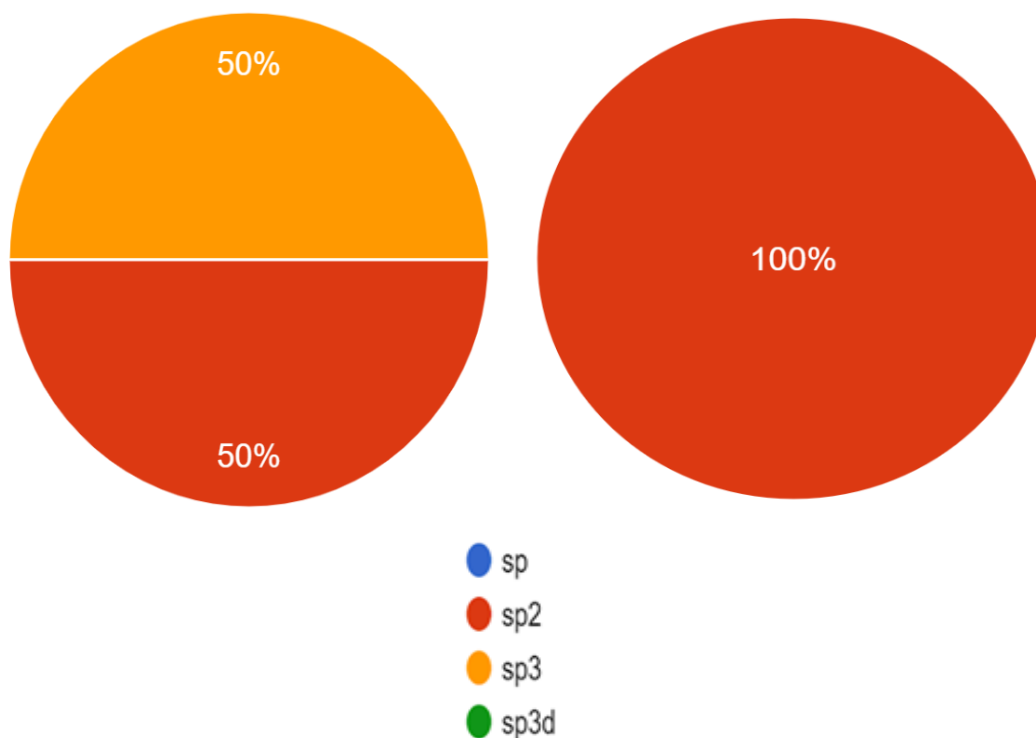


En una geometría tetraédrica donde el carbono presenta hibridación sp^3 , los ángulos entre los orbitales son de 109.5° . Conforme a la información proporcionada, se identifica que en la pregunta 11 se pasó de 33,3% a 100% eficacia en las respuestas.

- Resultados de la Pregunta 14 “Qué tipo de hibridación presentan los alquenos:”

Figura 18

Resultados pre y post test séptimo semestre respecto a la pregunta 14



Por último, pero no menos importante, tenemos a la **pregunta 14**; esta pasó de tener 50% de acierto a tener el 100%.

Al utilizar la realidad aumentada en el estudio de la hibridación del carbono, se han observado varios resultados positivos y beneficiosos. Por ejemplo, se puede afirmar que un número significativo de respuestas del post test obtuvieron porcentajes superiores al 60%. Igualmente, en el contexto de la hibridación del carbono, la realidad aumentada fue utilizada efectivamente como una herramienta educativa para visualizar y comprender mejor los conceptos relacionados con la estructura molecular y la hibridación del carbono.

En general, el uso de la realidad aumentada en la hibridación del carbono ha demostrado tener resultados positivos al mejorar la comprensión, el interés y la motivación de los estudiantes. Esta tecnología ofrece una forma innovadora y efectiva de enseñar y aprender sobre los conceptos relacionados con la hibridación del carbono, en se sentido, incide en la mejora del conocimiento y en las habilidades de manipulación avanzada.

En cuanto a la mejora del conocimiento, se puede evidenciar que los estudiantes fortalecieron el conocimiento sobre la hibridación del carbono, así como de la estructura molecular después de haber utilizado la realidad aumentada como herramienta educativa.

Por último, en relación con las habilidades de manipulación avanzadas, se observó que los estudiantes han desarrollado habilidades avanzadas de manipulación de modelos moleculares virtuales utilizando la realidad aumentada, así también, la capacidad de identificar y explicar las diferencias entre diferentes tipos de hibridación del carbono.

5.1.3. Estrategia didáctica

Se encuestó a los estudiantes de cuarto y séptimo semestre de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG, para consultarles acerca de las estrategias utilizadas por el docente durante el desarrollo de las clases. Ante ello, respondieron que: las estrategias didácticas utilizadas frecuentemente por los docentes son las diapositivas y simuladores de laboratorio, con la finalidad de que los educandos tengan mayor asimilación del conocimiento.

Frente a esto, se entiende que las estrategias didácticas son todas las acciones y actividades programadas por el docente para que sus estudiantes aprendan; las mismas, dependen de cada tema y nivel educativo, pero también de la ideología del centro. Igualmente, en este escenario, mantener a los alumnos motivados es fundamental para el proceso de enseñanza-aprendizaje, así también, promover su capacidad para descomponer y examinar detalladamente un tema, problema o situación, con el objeto de desarrollar habilidades de pensamiento crítico y análisis.

Así mismo, se hizo énfasis en la siguiente pregunta ¿Consideras que la escucha activa y el respeto son conceptos que estudiantes y docente deben tener en cuenta y por qué? En efecto, los estudiantes encuestados respondieron que la escucha activa y el respeto son conceptos que estudiantes y docentes deben tener en cuenta, dado que, fomentan una comunicación efectiva, facilitan el aprendizaje y promueven un ambiente de confianza y colaboración en el ámbito educativo. La escucha activa implica prestar atención de manera consciente y receptiva a lo que el otro está diciendo, sin interrupciones ni distracciones. Esto es esencial en el contexto educativo, ya que permite una interacción efectiva entre alumnado y profesorado.

5.2. Análisis global de los resultados

En el proceso investigativo desarrollado con estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química, fue posible determinar el éxito o fracaso de la intervención de la RA con el aprendizaje de hibridación del carbono. Esto, por medio de una comparación entre los dos momentos de evaluación pre test y post test, así como una fase de intervención intermedia en la cual se implementó la guía de aprendizaje con el uso de la herramienta TIC realidad aumentada.

La intervención tuvo resultados positivos, pues los estudiantes mejoraron sus respuestas en relación a los conocimientos de la hibridación del carbono; lo expuesto, se puede observar en la Figura 7 y la Tabla 5, donde se muestra que los porcentajes alcanzados en los posts test superaron a los de los pre test, luego de la intervención con la realidad aumentada. Dando como resultados que en los posts test la media de respuestas correctas fue del 83.05%.

Esta forma de investigación ha sido empleada en otros estudios como el de Rodríguez (2020), quien demostró a través de post test la efectividad de la RA en el aprendizaje de la química orgánica; la investigación concluyó que la intervención fue exitosa, pues todos los estudiantes mejoraron sus respuestas en relación con los conocimientos y conceptos más importantes en el campo de la química orgánica.

También en la investigación realizada por Bustillo et al. (2022), la experiencia llevada a cabo con la plataforma de realidad aumentada en estudiantes universitarios demuestra que el empleo de esta herramienta promueve la creación de entornos educativos más estimulantes, fomentando la participación y la interacción entre los estudiantes.

Lo anterior, reafirma que el uso de enfoques educativos que incorporan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) resulta muy beneficioso para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto se debe a que la mayoría de los estudiantes se sienten motivados a utilizar la tecnología, pues forman parte de la era digital y tienen conocimientos sobre su uso, lo cual tiene un efecto positivo en su motivación para aprender.

5.2.1. Aplicación de la realidad aumentada como recurso para mejorar el aprendizaje de hibridación del carbono

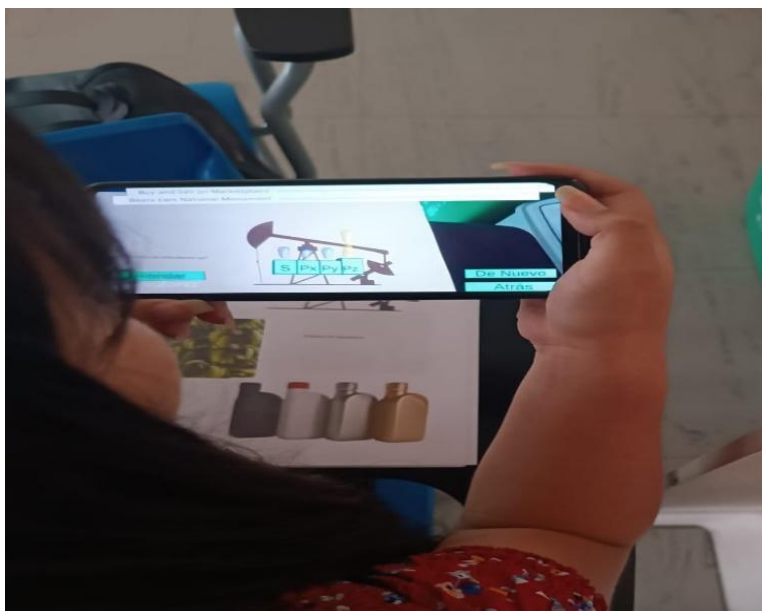
Hablar hoy en día de realidad aumentada resulta ser muy atractivo para el estudiante, aparte de que sirve como un instrumento para reforzar el aprendizaje de conceptos como el de hibridación del carbono; dicho concepto que, para muchos estudiantes es muy complejo y el aprendizaje no resulta ser efectivo, pues solo se lo relaciona con lo superficial -con esto nos referimos a lo teórico- y a ello se le suma la falta de recursos didácticos para abarcar los temas, pero de una forma interactiva.

Es así como, en este estudio, se desarrolló una intervención con los estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química, en el que se integra la RA en el aprendizaje de hibridación del carbono. Dicho proceso inició con una presentación de los encargados en realizar la intervención, en esta se presentó el objetivo, al cual está encaminado con el proyecto de investigación: mejorar el aprendizaje de hibridación del carbono. Posteriormente, se les presenta la aplicación “Hibridación del carbono AR” diseñada por la docente Mariela Damaris Urzúa Reyes (2021); los estudiantes se familiarizaron con ella y conocieron su funcionamiento y utilidad. Asimismo, antes de iniciar la intervención se les entregó a los estudiantes una serie de marcadores, los cuales contenían cada uno de los procesos de hibridación que se iban a llevar a cabo en la intervención.

En la primera parte, se empezó a contextualizar al estudiante sobre la importancia y utilidad del carbono en la vida cotidiana para que relacionaran e identificaran compuestos orgánicos que puede encontrar en su contexto. Esto se realizó con la ayuda de una presentación diseñada en Canva, un recurso didáctico que posibilita que las presentaciones sean interesantes e interactivas en un ámbito visual. Luego, se empezó hacer un acercamiento al concepto de hibridación con la ayuda de la aplicación.

Figura 19

Utilización de la aplicación “hibridación del carbono AR”



Se trabajó para que el estudiante reconozca que el concepto de hibridación es un cambio de un electrón de un nivel de energía menor a uno mayor e identificara que en este estado el átomo de carbono puede formar cuatro enlaces covalentes. Al tiempo, se pudo evidenciar a través de la observación que, los estudiantes estaban interesados por adentrarse más en la aplicación y conocer qué funciones les podía ofrecer para mejorar su aprendizaje.

Se continuó con la retroalimentación de los diferentes procesos de hibridación, el punto de partida fue el proceso de hibridación sp^3 . Para ello, se le entregó al estudiante dos marcadores: el primero, enfatiza en cómo se da el proceso de hibridación sp^3 y, el segundo, permite visualizar el tipo de enlace que realiza este proceso de hibridación. Cabe resaltar que, para los siguientes procesos se llevó a cabo la misma metodología, aplicada en cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química.

Figura 20

Proceso de hibridación aplicación “hibridación del carbono”



5.2.2. Relación docente/estudiante

Se realizó una encuesta en donde se les preguntó a los estudiantes sobre la importancia de la relación docente-estudiante, a lo que ellos respondieron que es fundamental la comunicación dentro del aula de clases porque ayuda a la mejor comprensión de los saberes. Al respecto, debe existir un vínculo educativo y comunicacional de ambos actores, el cual nace gracias a la labor del docente para crear un ambiente didáctico, en donde se le dé la oportunidad a cada estudiante de expresarse y desenvolverse para el desarrollo de su aprendizaje. A continuación, la respuesta de un Estudiante:

«Sí, considero que es fundamental tener una buena relación docente-estudiante para el aprendizaje. Una relación positiva y cercana entre el docente y el estudiante crea un ambiente propicio para el aprendizaje y el desarrollo académico y personal del estudiante».

Cuando existe una buena relación, los estudiantes se sienten más motivados y comprometidos con el proceso de aprendizaje (García-Rangel et al., 2014). Se sienten más cómodos para hacer preguntas, expresar sus dudas y participar activamente en clase. Además, un docente que establece una relación de confianza y respeto con sus estudiantes puede identificar sus fortalezas y debilidades, adaptando su enseñanza para satisfacer sus necesidades individuales.

Conclusiones

La realidad aumentada como recurso tecnológico favorece la retención del conocimiento y la participación en clase en el proceso de aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG. Al proporcionar una experiencia interactiva y visualmente estimulante, la realidad aumentada permite a los estudiantes explorar y manipular modelos tridimensionales de moléculas de carbono, lo que facilita la comprensión de los conceptos abstractos y fomenta el aprendizaje activo. Además, la capacidad de interactuar con la información en tiempo real y recibir retroalimentación inmediata mejora el compromiso y la participación de los estudiantes en clase. En resumen, la incorporación de la realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la hibridación del carbono ofrece un enfoque innovador y efectivo para mejorar la retención del conocimiento y promover una mayor participación de los estudiantes.

Al hacer el respectivo análisis dentro del diagnóstico, se logró observar la gran falencia que presentan los estudiantes de los diferentes semestres de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG, para recordar temáticas que ya se han trabajado con anterioridad; (Tipos de hibridación: sp, sp², sp³, Geometría molecular, Enlace sigma y enlace pi). De ahí, nace la necesidad de implementar la realidad aumentada como recurso en la enseñanza de algunas temáticas dentro de la química orgánica. (Nomenclatura de compuestos orgánicos, Estereoquímica, isomería y Reacciones químicas de compuestos orgánicos).

Los temas de química más abordados a través de la realidad aumentada han sido las estructuras moleculares, porque se puede hacer una observación más analítica -como en este proyecto-, así como la hibridación que sufre el átomo de carbono cuando se promueven sus electrones. Se evidenció que los estudiantes de los diferentes semestres obtuvieron un avance conceptual luego de utilizar la realidad aumentada como un recurso didáctico; la herramienta, ayudó de manera significativa para que ellos pudieran interactuar con un mundo más cercano a la realidad.

En la actualidad, el aprendizaje ya no es memorístico o lineal, así como el docente no es un simple transmisor de conocimientos, al contrario, se encuentra en la constante búsqueda de nuevas metodologías que involucren activamente a los estudiantes. En este escenario, se reconoce el desarrollo de la tecnología y la implementación de las TIC en la educación, como una oportunidad para desarrollar procesos más dinámicos, ubicuos y a cargo del propio estudiante, en donde el profesor se convierte en un orientador y facilitador.

La tecnología permite desarrollar en los estudiantes diferentes habilidades del pensamiento científico; en ese sentido, las herramientas que proporciona ayudan a la implementación de nuevas estrategias que logren transversalidad del conocimiento en química a través del trabajo en grupo de forma colaborativa, permitiendo un aprendizaje de la misma por medio de la interacción estudiante-estudiante.

Finalmente, se logró evidenciar que, al momento de implementar la estrategia didáctica, los estudiantes presentaron mayor interés por aprender, puesto que se encuentran en una zona de confort haciendo uso de sus distintos elementos electrónicos; con ello, se aporta a consolidar un aprendizaje significativo, el cual se vio reflejado en la evaluación final.

Recomendación

Tomándose como referencia que la química siempre ha estado categorizada entre las ciencias con más dificultad para interpretar y, por ende, aprender, su enseñanza en las aulas de clases se ha configurado en un reto y ha generado dificultades en el aprendizaje de los estudiantes, por ejemplo, en algunos temas como la hibridación del carbono, nomenclatura de compuestos orgánicos y grupos funcionales. Frente a esto, es pertinente que los futuros docentes incluyan nuevas estrategias didácticas para motivar e incentivar al educando; dichas estrategias deben ir direccionadas a cambiar las actitudes negativas e inducir al educando al maravilloso mundo de la química.

Los educadores a la hora de planificar las actividades dentro de su malla curricular, deben tener en cuenta las necesidades del educando y utilizar estrategias pertinentes, de tal manera que, permitan la fácil comprensión de las temáticas a trabajar.

Por último, se invita a docentes y estudiantes a reconocer la importancia de la realidad aumentada y a hacer uso de la misma como recurso didáctico dentro del aula de clase. La referida herramienta, nos permite por medio de nuestros dispositivos móviles, superponer elementos virtuales interactivos sobre el mundo real que nos rodea, de esta manera, interactuar con una realidad mixta donde se fusiona el mundo físico con el mundo digital, creándose con ello experiencias educativas muy significativas.

Referencias

- Acosta Bayas, A. M., y Valencia Núñez, E. R. (2022). Web 2.0, el nuevo pensamiento pedagógico docente hacia la innovación educativa en las aulas de clase. *Uniandes Episteme*, 9 (1), 131-145. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/2463>
- AR GOOGLE. (2023). *Google AR & VR*. <https://arvr.google.com/>
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Trillas
- Bustillo, M. F., Ferrer, L., Videla, S., Ohanian, G., & Vardaro, S. (2022). Realidad Aumentada como recurso disruptivo para explorar la Química Orgánica. *Educación En La Química*, 28(01), 74–83. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/77>
- Calvani, A., Cartelli, A., Fini, A. y Ranieri, M. (2008). Models and instruments for assessing digital competence at school. *Journal of E-learning and Knowledge Society*, 4(3), 183-193.

- Calvo, M. y Moreno, L. (2017). La historia de la química en el currículo de ESO y de bachillerato (LOE). Una revisión interdisciplinar para la investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (2), 147-160. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v35-n2-moreno-calvo>
- Cifuentes, R. (2011). *Diseño de proyectos de investigación cualitativa*. Noveduc.
- Colmenares, A., & Piñero, M. (2008). La investigación acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus*, 14(27), 96-114. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76111892006.pdf>
- Constitución Política de Colombia [Const]. Art. 67. 7 de julio de 1991 (Colombia).
- Cook, T., & Reichardt, C. (1983). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Ediciones Morata.
- EUROINNOVA. (s.f.). *Realidad aumentada en educación*. <https://www.euroinnova.co/blog/realidad-aumentada-en-la-educacion>
- Ferrer, L., Videla, M., Ohanian, G., Hoffmann, M., Vardaro, S., Luschini, R. y Bustillo M. (2021). *Uso de las TIC como apoyo al proceso enseñanza aprendizaje de Química Orgánica* (Informe de investigación segunda parte). Universidad Nacional de Cuyo. <https://bdigital.uncu.edu.ar/14605>
- García, M. (1993). La encuesta. En: García M., Ibáñez J. y Alvira F. *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación* (pp. 141-170). Alianza Universidad Textos.
- García-Rangel, E. G., García Rangel, A. K. y Reyes Angulo, J. A. (2014). Relación maestro alumno y sus implicaciones en el aprendizaje. *Ra Ximhai*, 10(5), 279-290. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=46132134019>
- Gómez, D. (2006). Incorporación de las TICs al aula de química. *Studiositas*, (1), 22-28. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/2120b414-76fd-465b-b7a3-91e85d28a8eb/content>
- Hernández, X. (2002). *Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*. Graó.

- Hernández, R., Fernández, D. y Baptista, M. P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta Ed.). McGrawHill.
- Laurens, L. (2020). Realidad Aumentada Móvil: Una estrategia pedagógica en el ámbito universitario. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería*, 43(3), 142-149. <https://doi.org/10.22209/rt.v43n3a04>
- Lavoisier, A. L. (1982). *Tratado elemental de química* (Introducción, traducción y notas de Ramón Gago Bohórquez). Ediciones Alfaguara.
- Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la ley general de educación. 8 de febrero de 1994. D.O. No. 41.214.
- Ley 715 de 2001. Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros. 21 de diciembre de 2001. D. O. No. 44.654.
- Luzuriaga, L. (1991). *Pedagogía* (17a Ed.). Losada S.A.
- Mansilla, J. y Beltrán J. (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas. *Perfiles educativos*, 139(35), 25-39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13225611012>
- Mendoza, R. (2006). *Metodologías y Técnicas de la Investigación: revisión y aplicación de diversos paradigmas*. Edumargen.
- Mendoza, D., Flores, E., Herrera, A. y Criollo, G. (2022). La Realidad Aumentada en la enseñanza y aprendizaje de la biología y química universitaria: una revisión sistemática. *Revista científica multidisciplinar*, 3 (8), 1-16.
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. y Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Didáctica de la Química*, 26 (2), 94-99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004>

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales Preguntar para aprender*. Altablero. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87436.html>

Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. En Moreira, M.A., Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L. (orgs.), *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo* (pp. 19-44). Burgos.

Munarriz, B. (1992). Técnicas y métodos en Investigación cualitativa. *Metodología educativa*, (1), 101-116. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1217001>

Oñorbe, A. y Caamacho, A. (2004). La enseñanza de la química conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (41), 68-81. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=926225>

Ospina, L. Moreno, Y. Casallas, C. y García, J. (2005). El diseño de una unidad didáctica en la enseñanza de la química: una propuesta para la formación inicial del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 1-4). https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp319disuni.pdf

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Proszek, R. y Ferreira, M. (2009). Enseñanza de la Química en Ambientes Virtuales: Blogs. *Formación Universitaria*, 2(6), 21-30. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373534526004>

Química.es. (s.f.). *Hibridación del carbono*. https://www.quimica.es/enciclopedia/Hibridaci%C3%B3n_del_carbono.html

RAppChemistry. (2020). *RAppChemistry: AR*. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.RApp.Chemistry&hl=es_CO&gl=US&pli=1

Real Academia Española. (s.f.). *Pedagogía*. <https://dle.rae.es/pedagog%C3%ADa>

Rekalde, I., Vizcarra, M. T. y Macazaga, A. M. (2014). La Observación como Estrategia De Investigación Para Construir Contextos De Aprendizaje Y Fomentar Procesos Participativos. *Educación XXI*, 17 (1), 201-220. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70629509009>

Rodríguez, M. L. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 3 (1), 29-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3634413>

Rodríguez, A. (2020). *La realidad aumentada (AR) para el aprendizaje de la química orgánica* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Repositorio Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78314>

Ruiz, S. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Apertura*, 12(1), 106-117. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>

Sánchez, G. y Valcárcel, M. (1993), Diseño de Unidades Didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (1), 33-44. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39774>

Sanmartí, N. (2011). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas* (13- 57). Cooperativa Editorial Magisterio.

Tecnológico de Monterrey. (2021). *Tipos de investigación cualitativa que debes conocer en 2021*. Blog maestrías y doctorados TEC. <https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/tipos-de-investigaci%C3%B3n-cualitativa-2021>

Universia. (2019). *¿Cómo han evolucionado los métodos de enseñanza en las últimas décadas?* <https://www.universia.net/uy/actualidad/orientacion-academica/como-han-evolucionado-metodos-ensenanza-ultimas-decadas-1163178.html>

Universidad CESMAG. (s.f.). *La Universidad*. <https://www.unicesmag.edu.co/la-universidad/>

- Universidad Estatal a Distancia (UNED). (2013). *¿Qué son las estrategias didácticas?* UNED. https://www.uned.ac.cr/academica/images/ceced/docs/Estaticos/contenidos_curso_2013.pdf
- Urzúa Reyes, M. (2021). *Realidad aumentada para el aprendizaje de la química*. Instituto para el futuro de la educación. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/realidad-aumentada-para-aprender-quimica>
- Vásquez, A. (2016). *Unidad Didáctica para la enseñanza de la química a partir de la problemática ambiental generada por el río Bogotá* (Tesis de maestría, Universidad Nacional). Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59401?show=full>
- Vázquez, S. (2020). *La realidad virtual (VR), la realidad aumentada (AR) y el futuro de las empresas*. Encora. <https://www.encora.com/es/blog/virtual-reality-vr-augmented-reality-ar-and-the-future-of-business>
- Villalobos, J. (2003). El docente y actividades de enseñanza / aprendizaje: algunas consideraciones teóricas y sugerencias prácticas. *Revista educere*, 7 (22), 170-176. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35602206>

Anexos

Anexo 1 Cronograma

Actividades	2022												2023											
	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		
Elaboración de la propuesta de investigación																								
Presentación de la propuesta de investigación al comité de investigación																								
Recepción correcciones de la propuesta																								
Elaboración del proyecto de investigación																								
Presentación del proyecto de investigación al comité de investigación																								
Correcciones del proyecto de investigación																								
Implementación y sistematización inicial																								
Correcciones avance sistematización inicial																								
Implementación y sistematización final																								
Presentación informe final																								
Socialización																								
Revisión bibliográfica																								

Anexo 2 Matrices agrupación de información

Encuesta de diagnóstico
<p>Estrategia didáctica</p> <p>Pregunta 17</p> <p>(CED1) Las estrategias didácticas utilizadas con mayor frecuencia son: diapositivas y algunos simuladores virtuales</p> <p>Pregunta 18</p> <p>(CED2) las estrategias didácticas ayudan a comprender mejor las temáticas</p>
<p>Conocimiento (CCP)</p> <p>Pregunta 1</p> <p>CCP₁ Cuatro enlaces covalentes</p> <p>CCP₂ Cuatro enlaces por puentes de hidrogeno</p> <p>CCP₃ Tres enlaces covalentes y uno iónico</p> <p>Pregunta 2</p> <p>CCP₄ Reconocen la configuración electrónica de átomo de carbono</p> <p>Pregunta 3</p> <p>CCP₅ Reconoce que el átomo de carbono puede formar enlaces con otros carbonos además con otros elementos y que se encuentra presente en los seres vivos.</p> <p>CCP₆ El átomo de carbono solo forma enlaces con otro carbono</p> <p>Pregunta 4</p>

CCP₇ Covalente

CCP₈ Fuerzas de Van der Waals

CCP₉ Iónico

Pregunta 5

CCP₁₀ Interacción de orbitales atómicos

CCP₁₁ Interacción de electrones

CCP₁₂ interacción entre dos átomos

Pregunta 6

CCP₁₃ Opción 3

CCP₁₄ Opción 2

CCP₁₅ Opción 1

CCP₁₆ Opción 4

Pregunta 7

CCP₁₇ Solo I y II

CCP₁₈ Solo I

CCP₁₉ Solo II

CCP₂₀ Solo III

Pregunta 8

CCP₂₁ Solo I y III

CCP₂₂ Solo I

Pregunta 9

CCP₂₃ Tres orbitales híbridos y uno sin hibridar

CCP₂₄ Dos orbitales híbridos y dos sin hibridar

CCP₂₅ cuatro orbitales híbridos

Pregunta 10

CCP₂₆ Solo I y II

CCP₂₇ Solo I y III

CCP₂₈ Solo II

CCP₂₉ Solo III

Pregunta 11

CCP₃₀ 109°

CCP₃₁ 120°

CCP₃₂ 180°

Pregunta 12

CCP₃₃ sp²

CCP₃₄ sp³

CCP₃₅ sp

Pregunta 13

CCP₃₆ Un orbital híbrido y dos sin hibridar

CCP₃₇ Dos orbitales híbridos y uno sin hibridar

CCP₃₈ Dos orbitales híbridos y dos sin hibridar

Pregunta 14

CCP₃₉ sp²

CCP₄₀ sp³

CCP₄₁ sp

Pregunta 15

CCP₄₂ sp

CCP₄₃ sp2

CCP₄₄ sp3

CCP₄₅ p

Pregunta 16

CCP₄₆ sp2

CCP₄₇ sp3

CCP₄₈ sp


Relación Estudiante-Docente

Pregunta 19

RED1) Los estudiantes se distraen con facilidad

Pregunta 20

RED2) La prioridad es mantener una buena comunicación con el docente, para facilitar a enseñanza

 UNIVERSIDAD CESMAG <small>TEL: 800 100 387-7 POR SU PROXIMIDAD</small>	CARTA DE ENTREGA TRABAJO DE GRADO O TRABAJO DE APLICACIÓN – ASESOR(A)	CÓDIGO: AAC-BL-FR-032
		VERSIÓN: 1
		FECHA: 09/JUN/2022

San Juan de Pasto, noviembre 21 de 2023

Biblioteca
REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.
Universidad CESMAG
Pasto

Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado / Trabajo de Aplicación denominado la realidad aumentada como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG, presentado por el (los) autor(es) Fabio Justiniano Angulo Cabezas, Jose Eduin Cundumi Tobar y Silvio Sebastián Villota López del Programa Académico Licenciatura en Química al correo electrónico biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co. Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,

(Firma del Asesor)
Genny A Mera C.

GENNY ALEJANDRA MERA CÓRDOBA
27.090.260
Departamento de Ciencias Básicas
3165353603
gamera@unicesmag.edu.co



INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)	
Nombres y apellidos del autor: Fabio Justiniano Angulo Cabezas	Documento de identidad: 1010109339
Correo electrónico: fabioanguloangulocabezas@gmail.com	Número de contacto: 3106155756
Nombres y apellidos del autor: Jose Eduin Cundumi Tobar	Documento de identidad: 1089801615
Correo electrónico: Retrologia12@gmail.com	Número de contacto: 3113125305
Nombres y apellidos del autor: Silvio Sebastián Villota López	Documento de identidad: 1004532297
Correo electrónico: Sebasvillo7@gmail.com	Número de contacto: 3148842276
Título del trabajo de grado: La realidad aumentada como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje de hibridación del carbono en estudiantes de cuarto y séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad CESMAG	
Facultad y Programa Académico: Facultad de Educación, programa Licenciatura en Química	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve (mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje (mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.



- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
- e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

NOTA: En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permiso(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG, por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los ___ días del mes de ___ del año ___

Nombre del autor: Fabio Angulo C	Nombre del autor: Jose Edwin Cundumi Tohar
	Go.
Nombre del autor: Silvio Sebastian Vilbata Lopez	Nombre del autor:
Nombre del asesor:	