

Investigación en didáctica de la Química

DIFICULTADES CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA HIBRIDACIÓN DEL ÁTOMO DE CARBONO EN EL NIVEL SECUNDARIO QUE SURGEN DE UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Laura Alejandra Eguren¹, Cristina Iturralde²

1-Escuela Nacional Adolfo Pérez Esquivel. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Campus Olavarría. Estudiante MECE. FI. UNCPBA.

2-Facultad de Ingeniería, Departamento de Formación Docente. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

E-mail: laura_eguren@hotmail.com

Recibido: 04/08/2020. Aceptado: 09/09/2020.

Resumen. En el marco de un Proyecto de Tesis de Maestría se presenta una revisión bibliográfica de revistas de investigación en enseñanza de las ciencias y de trabajos de tesis de maestría y doctorado, relacionada con las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en el nivel secundario. Este es un tema que presenta un alto grado de abstracción, tanto desde lo conceptual como desde la visión tridimensional de representación. Los primeros resultados de la indagación, además de describir las dificultades asociadas a la enseñanza de la temática en cuestión, recomiendan el uso de diferentes recursos didácticos para abordar su enseñanza. La indagación realizada hasta el momento aporta al marco teórico del proyecto de tesis, y puede resultar de interés para docentes del nivel secundario que enseñen esta temática.

Palabras clave. hibridación del carbono, enseñanza, nivel secundario.

Conceptual difficulties in teaching of the hybridization of the carbon atom at the secondary level arising from a bibliographic review

Abstract. Within the framework of the Thesis Project of the Master, is presented a bibliographic review of research journals in teaching of science and master's and doctoral thesis works related to the difficulties that arise in the teaching of carbon atom hybridization at the secondary level. This is a subject that presents a high degree of abstraction, both from the conceptual and from the three-dimensional view of representation. The first results of the inquiry, in addition to describing the difficulties associated with teaching the subject in question, recommend the use of different teaching resources to address their teaching. The inquiry carried out so far contributes to the theoretical framework of the thesis project, and may be of interest to secondary level teachers who teach this subject.

Key words. carbon hybridization, teaching, secondary level.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en el estudio de las principales dificultades que se presentan al abordar la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en el nivel secundario dado. Dicho tema se encuentra presente en el Diseño



curricular de nivel Secundario de la Provincia de Buenos Aires (DGCyE, 2010) para la Orientación Ciencias Naturales, en la materia Química del Carbono de sexto año. El aprendizaje del mismo contribuye en aspectos relevantes para la continuidad de estudios superiores, ya que constituye una de las bases de la química orgánica, dado que su conocimiento aporta a la comprensión de las familias de los compuestos orgánicos que forma el átomo de carbono.

Los resultados de este análisis contribuirán al estado de conocimientos de una tesis de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. También será un aporte para colegas docentes interesados en la enseñanza de esta temática.

La importancia de la búsqueda bibliográfica radica en que la misma permite identificar qué se conoce del tema, qué se ha investigado y qué aspectos permanecen desconocidos (Vera Carrasco, 2009). En la enseñanza, este tipo de revisiones permite que un profesional docente esté actualizado en temas de su interés y tenga fundamentos teóricos para tomar decisiones en su accionar docente y nuevas perspectivas para la renovación de sus prácticas.

En particular, en los niveles de maestría y doctorado, la búsqueda bibliográfica, apoya la concreción de los objetos de estudio, la organización de estrategias puntuales para hacer una sistematización rigurosa que permita aclarar el rumbo en medio de la desbordada cantidad de información que provee la literatura en cada tema (Guevara Patiño, 2016).

Los trabajos de tesis de maestrías y doctorados constituyen fuentes de ideas de actualidad, así como también referencias bibliográficas que se obtienen de los mismos. Los artículos de revistas actualizados y especializados componen otras fuentes de información referenciales, aunque pueden resultar dificultosas sus lecturas respecto a teorías o conceptos desarrollados, lo que requerirá una lectura más profunda de los mismos. En cuanto a las actas de congreso, la calidad de la información presente en las mismas dependerá del proceso de revisión y de la experiencia y trayectoria de los revisores (Gómez Luna, Fernando Navas, Aponte Mayor, y Betancourt Buitrago, 2014).

Los primeros resultados de la búsqueda bibliográfica iniciada en diferentes trabajos de investigación acerca de la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, indican que dicho tema es la base de la química orgánica a través de la cual se desarrollan conceptos fundamentales (Luna Villarreal, 1999; Fernández Palacios, 2014). Salah y Dumon (2011) manifiestan que para la enseñanza de la hibridación los orbitales híbridos son muy útiles en química orgánica para explicar la geometría molecular, es apropiado introducir el concepto matemático de hibridación, sin el simbolismo de las cajas cuánticas.

La información que se va obteniendo de la indagación, permite vislumbrar que en la enseñanza del tema en cuestión se debe atender a aspectos relacionadas con el contenido a enseñar, en particular asociadas al grado de

abstracción que posee y por lo tanto es fundamental identificar estrategias y recursos adecuados que atiendan esas particularidades.

Para ello, lo que se plantea es utilizar en el aula diferentes representaciones de modelos, ya que mejoran y facilitan la comprensión de la visión espacial de las moléculas (Fernández Palacios, 2014). Y el uso de las tecnologías de la información (animación, simulación, video, etc), ya que permiten que las moléculas se puedan visualizar en tres dimensiones (Çalış, 2018a).

Desde el punto de vista didáctico la atención a un buen dominio de la materia a enseñar por parte del docente aparece como algo fundamental, ya que ese conocimiento es central para una enseñanza eficaz. Ello debe ir de la mano de entender la tarea docente como una actividad unida a la investigación y a la formación permanente (Gil Pérez, 1991, Sanmartí, 2002), que le permita actuar con profesionalismo al momento de transformar pedagógicamente el contenido a enseñar en actividades de aprendizaje significativas para el estudiante (Talanker, 2004).

Por todo lo anterior se plantea que, teniendo en cuenta las dificultades detectadas desde la investigación educativa, surgen los siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son las dificultades que se detectan en los trabajos de investigación indagados sobre la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono? ¿qué recursos se emplean para enseñar dicho tema?, ¿en qué fundamentos pedagógicos - didácticos se basan para seleccionar esos recursos?
- ¿Qué sugerencias didáctico-pedagógicas, sustentadas en las investigaciones y en sus resultados se deben proponer para la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono?

OBJETIVO

Se pretende en este trabajo indagar las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono del nivel secundario a través de la revisión de diferentes trabajos de investigación.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto de tesis se analizan trabajos de investigación científica de revistas educativas, publicaciones y trabajos finales de tesis de máster, con acceso libre y en línea. Para tener conocimiento acerca de las dificultades conceptuales que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono.

En los últimos años ha aumentado notablemente el número de revistas académicas publicadas en línea, que posibilitan el libre acceso a los artículos publicados. Y también es creciente el uso de estas revistas en la comunidad académica, por la posibilidad de acceder en forma libre y gratuita (Iturralde, Bravo y Flores, 2017).

Se considera que analizar diferentes trabajos de investigación permite acceder a un vasto número de artículos y con ello conformar una base documental que sea representativa. Para garantizar que la base documental incluya a todos los países que traten el tema en cuestión, se definen los siguientes criterios para su selección (Iturralde, Bravo y Flores, 2017):

- 1) Los trabajos de investigación deben estar indexados en las bases de datos (Google Académico y base ERIC) que integran publicaciones sobre Educación e Investigación Educativa en el área de Ciencias Sociales y sub – área de educación.
- 2) En su título deben aparecer palabras clave relacionadas con el tema de investigación (por ejemplo: hibridación, carbono, enseñanza, modelos, química orgánica, orbitales atómicos, orbitales moleculares).

Una vez seleccionada la base de datos, se eligen las palabras clave. Las cuales son los conceptos principales del tema de la investigación, para comenzar la búsqueda (Vera Carrasco, 2009).

Para que el análisis aporte información sobre las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, se analizan los trabajos de investigación (disponibles en internet) en un rango de más de diez años; ya que, si bien se encuentran documentos sobre el tema en cuestión, las primeras búsquedas estarían haciendo suponer que no son muy numerosos.

Con el fin de recolectar datos de los diferentes trabajos de investigación indagados, se tiene en cuenta para su selección el título, la metodología y las conclusiones.

Respecto al título, como plantea Vera Carrasco (2009) se observa si es útil y relevante para el tema a revisarse, en este caso se deben identificar las palabras clave definidas y la línea de investigación vinculada a la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono.

Con la metodología se busca información sobre el método de enseñanza aplicado, para tener un conocimiento de lo realizado y además de lo que se puso en práctica, para hacer explícitas las dificultades. También interesa conocer cuáles son los recursos utilizados durante la implementación.

Con respecto a las conclusiones se indaga sobre las dificultades que se expresan que surgen, así como también si se mencionan las causas de dichas dificultades y de cómo se recomiendan abordarlas en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono.

Una vez seleccionados los trabajos de investigación, considerado los criterios de selección mencionados, se procede a organizarlos. Para lo cual se dividen los documentos en revistas de investigación educativa (tabla 1) y trabajos de tesis de máster (tabla 2), dando a conocer la información pertinente de cada uno de ellos, así como también el país de procedencia. El orden que se establece para presentarlos es a partir de los más actuales.

Para presentar la información recopilada de cada uno de los documentos, se dividen en tablas los trabajos de tesis de máster (tabla 3) y las revistas de investigación educativa (tabla 4). Esta división surge principalmente por la

metodología. En los trabajos de tesis de máster analizados hasta el momento se presentan propuestas de enseñanza para abordar las dificultades conceptuales detectadas en la hibridación del átomo de carbono, y se estudia la implementación de las mismas. En cambio en los trabajos publicados en las revistas se abordan estudios centrados en indagar las dificultades de los estudiantes.

Tabla 1. Revistas de investigación educativa

| Título de la revista | Autores | Título del artículo | Año | País de edición |
|--|---|--|------------|------------------------|
| Universal Journal of Educational Research | Çalış, Sevgül | An Examination of the Achievement Levels of Acquisitions in Hybridization: High School Sample | 2018 | Turquía |
| Eğitim Fakültesi Dergisi (Revista de la Facultad de Educación) | Çalış, Sevgül | Geleceğin Kimya Öğretmenlerinin Hibritleşme Konusundaki Bilgilerinin İncelenmesi | 2018 | Turquía |
| Journal of chemical education | de Cataldo, R., Griffith, K. M., y Fogarti, K.H | Hands-OHybridization: 3D-Printed Models of Hybrid Orbitals. | 2018 | EEUU |
| Chemistry education research and practice | Salah, H., y Dumon, A. | Conceptual integration of hibridization by Algerian students intending to teach physical sciences. | 2011 | Argelia |
| Chemistry education: research and practice in Europe | Taber, K. S. | Compounding Quanta: probing the frontiers of student understanding of molecular orbitals | 2002 | Reino Unido |
| Chemistry education: research and practice in Europe | Taber, K. S. | Conceptualizing Quanta: illuminating the ground state of student understanding of atomic orbitals | 2002 | Reino Unido |
| Chemistry education: research and practice in Europe | Tsaparlis, G y Papaphotis, G. | Quantum – chemical concepts: are they suitable for secondary students? | 2002 | Grecia |

Para organizar toda la información que aportan los trabajos se arman diferentes columnas en las tablas. Para ello en la tabla 3, se encuentra lo referido a la muestra y la metodología utilizada, la propuesta que se realiza y su justificación. Así como también, las dificultades detectadas en la enseñanza y la correspondiente explicación de las mismas. Y qué sugerencias se proponen para abordar la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono. En la tabla 4 se encuentra también lo referido a la muestra y metodología utilizada, el tema de interés a investigar, las

dificultades detectadas, la explicación de las mismas, y las conclusiones a las que arriban al finalizar la investigación.

Tabla 2. Trabajos finales de máster

| Título del trabajo final de máster | Autores | Año | País de edición |
|---|----------------------------------|------------|------------------------|
| La química del carbono como unidad didáctica. | Carracedo, David Román | 2018 | España |
| Los orbitales en la educación química: un análisis mediante su representación gráfica. | Barrada Solas, Francisco | 2016 | España Madrid |
| Uso de los modelos moleculares en la enseñanza de química orgánica en bachillerato: hibridación. | Fernández Palacios, Rocío | 2014 | España |
| Diseño e implementación, apoyada en TIC, de una unidad temática de la enseñanza de la química orgánica. | Hernández Rangel, Sandra Helena | 2012 | Colombia |
| Elaboración de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) como estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de la hibridación del átomo de carbono en educación media | Lanchero Barrios, Irvyng Patrick | 2013 | Colombia |
| Diseño de estrategias de enseñanza para el tema: hibridación del átomo de carbono | Luna Villarreal, Elizabeth | 1999 | México |

Una vez relevados los datos, se procede a analizarlos haciendo foco en las dificultades encontradas para la enseñanza del tema en cuestión y en las sugerencias didácticas de los autores para superarlas.

También se indaga acerca de los abordajes metodológicos que se llevan adelante en los trabajos de investigación y cuáles son los principales instrumentos de toma de datos empleados. Dicha información, si bien no es central para el estudio que se presenta, sí es muy útil para el tesista al momento de definir la estrategia metodológica de su trabajo de investigación.

Otra información de contexto es la población con la que trabajan los diferentes trabajos de investigación seleccionados, en relación con los niveles educativos secundario y universitario. Si bien interesa en este trabajo centrarse en el nivel secundario, conocer también acerca de qué se ha investigado hasta el momento sobre la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en el nivel superior, permite fundamentar la necesidad de llevar adelante la futura investigación.

DATOS REGISTRADOS Y ANÁLISIS

Teniendo en cuenta los criterios expresados en la metodología para revisar la bibliografía sobre las dificultades que surgen en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, la información recopilada se agrupa en la siguiente tabla para comparar los datos obtenidos y facilitar el análisis.

Tabla3. Dificultades en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en trabajos finales de máster

| Trabajos final de máster | Muestra y Metodología | Propuesta y su justificación | Dificultades detectadas en la enseñanza | Explicación a las dificultades detectadas | Importancia del tema y/o sugerencias |
|---------------------------------------|---|---|--|--|--|
| Luna Villarreal (1999) | Estudiantes de escuelas preparatorias. Diseño de un plan de clase para la hibridación del átomo de carbono. | Diseñar estrategias de enseñanza por el grado de abstracción que tiene el tema. | Identificar en un compuesto orgánico el tipo de hibridación en cada átomo de carbono. | Grado de abstracción de contenidos. | Utilizar estrategias de enseñanza. |
| Hernández Rangel (2012) | Estudiantes de 11° grado. (Nivel institucional media, edad 16 - 17 años). Elaboración e implementación de una unidad apoyada en TIC | Propuesta metodológica para la formulación y nomenclatura de compuestos orgánicos. Se utiliza la herramienta Moodle. Surge por la baja carga horaria de la materia química y escasa comunicación entre docente y estudiantes. | Falta de interés de estudiantes por desarrollar actividades. | Los contenidos son presentados de forma memorística. Actividades muy repetitivas. Contenidos del currículo extensos | Las tecnologías permiten un acercamiento al mundo atómico y microscópico. Relacionándolo con el mundo macroscópico de fenómenos. |
| Lanchero Barrios, I.P. (2013). | Estudiantes de 11° grado. Edades entre 16 y 18 años. Diseño de un objeto virtual de aprendizaje. | Aplicación de un objeto virtual de aprendizaje (software). El OVA permite explicar la formación, estructura y propiedades de los compuestos. | Desinterés y falta de comprensión de estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. | Se exponen como conceptos complejos y aislados. | Permite abordar la formación de compuestos orgánicos, su diversidad y propiedades. |
| Fernández Palacios (2014) | Estudiantes de bachillerato. Diseño de modelos moleculares. | Utilizar diferentes modelos moleculares. Porque mejoran la comprensión de la visión espacial de las moléculas. Y permiten | Visión espacial de las moléculas orgánicas. | En la enseñanza de conceptos como orbitales atómicos, híbridos e hibridación, se emplean distintas representaciones moleculares. | Implementar y utilizar en el aula diferentes modelos moleculares como herramientas que ayuden a mejorar lo relacionado |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|---|--|---|---|
| | | apreciar características de la estructura e identificar sus átomos, tipos de enlace y tipos de hibridación. | | | con la visión espacial. |
| Barrada Solas (2016) | Modelos de orbitales utilizados en la enseñanza de la química. | Dilucidar el papel de los orbitales en la educación química. Y analizar el uso de sus representaciones gráficas. Surge porque en los modelos en los que aparecen los orbitales químicos, su uso es visual antes que matemático. | A los alumnos les resultan complejos los modelos cuánticos. Los confunden además con los modelos clásicos. | Confusión en el uso de los modelos por parte de los profesores. | En la enseñanza de modelos químicos se debiera explicitar y contrastar con otros modelos. Mostrar en la ciencia escolar la variedad de modelos científicos que existen. |
| Carracedo (2018) | Estudiantes de 2° año de bachillerato. Elaborar una secuencia didáctica. | Propuesta didáctica sobre la química del carbono. Como respuesta al escaso interés de los estudiantes. | Entender las explicaciones del porqué de la hibridación de los orbitales del átomo de carbono | Carga conceptual excesiva para el 2° año del bachillerato. | Una secuencia didáctica debe ser organizada, flexible y abierta. Contiene directrices que se adaptan al aula. |

Tabla 4. Dificultades en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono en trabajos de revistas educativas

| Trabajos de revistas | Muestra y Metodología | Tema de interés | Dificultades detectadas | Explicación a las dificultades detectadas | Conclusiones |
|----------------------|---|---|--|---|---|
| Taber (2002a) | Entrevistas a estudiantes universitarios. | Describir como los estudiantes dan sentido al concepto de orbital atómico y conceptos relacionados. | Identificar un orbital molecular como si fuera atómico. Confundir orbitales con niveles de energía y orbitales atómicos hibridados | Naturaleza abstracta de los conceptos. | Los profesores deben encontrar formas de andamiaje para evitar la sobrecarga de ideas nuevas y distintas. |

| | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|--|---|---|
| | | | con orbitales moleculares. | | |
| Taber (2002b) | Entrevistas a estudiantes universitarios | Indagar el pensamiento de los estudiantes sobre los orbitales moleculares. | Explicar la estructura atómica en términos de orbitales moleculares. Conceptos confusos de niveles de energía, orbitales, subniveles de energía. Distinguir orbitales moleculares de orbitales atómicos. | Se utilizan modelos de enseñanza que son incompletos o inadecuados en comparación con los científicos. | Se propone que desde la enseñanza se construyan formas de andamiaje para evitar la sobre carga de ideas nuevas y distintas. Revisar el conocimiento previo a ser enseñando. |
| Tsaparlis y Papaphotis (2002) | Estudiantes de pregrado del curso de química cuántica a través de preguntas escritas. | Análisis de dificultades conceptuales. | Distinguir un orbital de una órbita. Significado de la configuración electrónica y su escritura. Reconocer la valencia del estado fundamental del átomo de carbono. | Relacionada con el nivel de abstracción de conceptos. Los profesores realizan una práctica de resolución de problemas. Y el tiempo limitado para la enseñanza. | Se deben considerar formas alternativas de enseñar química. Las estructuras de Lewis y VSEPR es lo que se requiere para la escuela secundaria. |
| Salah y Dumon (2011) | Estudiantes avanzados de una carrera docente del nivel secundario | Conocimientos sobre la hibridación, simbología de la misma y naturaleza de los enlaces en compuestos. Los orbitales híbridos son muy útiles en química orgánica para explicar la geometría molecular. | Construyen la hibridación sobre la configuración electrónica del átomo en su estado fundamental. No consideran condiciones de simetría para la superposición, el número de electrones desapareados y el número de enlaces para la hibridación. | Deriva de la enseñanza no sólo del modelo de moléculas de Lewis, sino que también a partir de la representación visual de la configuración electrónica. Los profesores no ponen mucho énfasis en la utilidad de la hibridación durante su enseñanza | Iniciar con el concepto de hibridación, sin el simbolismo de las cajas cuánticas. Después introducir las diferentes geometrías moleculares usando modelo RPECV y discutir formación de orbitales s y p de diferentes simetrías de un átomo. Por último, |

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
| | | | No interpretan orbitales híbridos como formación de orbitales moleculares a partir de la superposición de orbitales atómicos. | | formación de orbitales moleculares. |
| de Cataldo, Griffith, y Fogarti (2018) | Talleres con estudiantes de pre grado en clases de química. Uso de modelos físicos de orbitales atómicos en 3D. Encuesta anónima. | Uso de modelos físicos en impresión 3D. | Imaginar la estructura de orbitales atómicos e híbridos. | Naturaleza abstracta de los orbitales atómicos e híbridos. | Los modelos físicos en 3D son herramientas rentables para su uso en las clases de química. |
| Çalış(2018a) | Estudiantes del nivel secundario. Preguntas abiertas. Se indaga sobre: hibridación, orbitales atómicos e híbridos. Entrevistas. Uso de modelos para construir moléculas. | Determinar el alcance de los logros del tema hibridación dentro del programa de química de la escuela secundaria. | Explicar enlaces que forma el átomo de carbono, usando orbitales híbridos. Identificar la hibridación del átomo de carbono. | Las dificultades que surgen en los conceptos de orbital atómico e hibridación se atribuye al carácter abstracto. | Se propone en la enseñanza el uso de modelos tridimensionales y de TIC (animación, simulación, video, etc). Así como también, profundizar en la explicación de la formación de los orbitales híbridos. |
| Çalış (2018b) | Estudiantes universitarios, futuros profesores en Química. Entrevista semiestructurada sobre la hibridación. | Indagar en el conocimiento de la hibridación del átomo de carbono. | Explicar la formación de orbitales híbridos. Representar la formación de un orbital híbrido. Reconocer hibridaciones en sustancias de la vida diaria. | Respecto a la hibridación y la formación de orbitales híbridos se atribuye al nivel de abstracción. | Se sugiere abordar los conceptos de hibridación y orbitales híbridos, mediante explicación detallada, usando materiales de enseñanza adecuados y relacionados con la vida cotidiana. |

En base a los datos analizados de los trabajos de tesis de máster y de revistas de investigación educativa, se puede identificar que las principales dificultades en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono están relacionadas con el nivel de abstracción de este tema, con la representación de los orbitales atómicos y orbitales híbridos, con el escaso tiempo del que se dispone para su enseñanza y con la alta carga conceptual de currículo.

De los aspectos anteriormente mencionados, el nivel de abstracción tiene que ver con dificultades como el de identificar en un compuesto orgánico el tipo de hibridación que presenta cada átomo de carbono. Con respecto al uso de modelos la dificultad que se presenta es la visión tridimensional de las moléculas orgánicas. Con el tiempo y la carga horaria para la enseñanza se asocian dificultades como distinguir lo que es un orbital de una órbita. Otros aspectos que aparecen en menor medida tienen que ver con que los profesores no ponen demasiado énfasis en la enseñanza de la hibridación, sino que llevan adelante prácticas de enseñanza relacionadas con la resolución de problemas o actividades repetitivas.

Los autores indagados aportan sugerencias para tratar las dificultades detectadas en la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono. Entre ellas el uso de recursos TIC como animaciones, simulaciones y videos; y el uso de modelos moleculares y modelos tridimensionales físicos. Proponen utilizar determinadas estrategias de enseñanza; realizar secuencias didácticas organizadas, abiertas y flexibles; revisar el conocimiento previo que tuvo que ser enseñado; explicar detalladamente los conceptos de hibridación y orbitales híbridos usando determinados materiales de enseñanza y relacionarlos con la vida cotidiana. Plantean, además hacer explícito el uso de modelos químicos y lo que las investigaciones muestran sobre ellos.

CONSIDERACIONES FINALES

Hasta el momento, los resultados de la búsqueda bibliográfica han permitido un avance en la elaboración del marco teórico de la tesis y en la toma de decisiones sobre la estrategia metodológica a utilizar. Se sigue ampliando dicha búsqueda con más trabajos de investigación que aporten a la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono. Se vislumbra un número bajo de publicaciones sobre la temática, lo cual estaría indicando que es una temática que necesita ser profundizado desde la investigación.

Las dificultades mencionadas en los trabajos analizados, relacionados con la enseñanza de la hibridación del átomo de carbono, como así también las sugerencias didácticas y de usos de distintos recursos que se plantean, pueden resultar de interés para los docentes de nivel secundario que necesiten planificar y elaborar propuestas de enseñanza de dicho tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Çalış, S. (2018a). An Examination of the Achievement Levels of Acquisitions in Hybridization: High School Sample. *Universal Journal of Educational Research*. 6(8), 1659 – 1666. DOI: [10.13189/ujer.2018.060805](https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060805)

- DGCyE (2010). *Diseños curriculares. Química del Carbono*. 6° año. <http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/>
- Fernández Palacios, R. (2014). *Uso de los modelos moleculares en la enseñanza de química orgánica en bachillerato: hibridación*. (trabajo final de máster). Universidad de Valladolid.
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 9(1), 69 – 77.
- Gomez Luna, L., Fernando Navas, D., Aponte Mayor, G., y Betancourt Buitrago, L. A. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81(184), 158 – 163.
- Guevara Patiño, R. (2016) El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Revista Folios*, 44, 165-179. <https://www.redalyc.org/pdf/3459/345945922011.pdf>
- Iturralde, M. C., Bravo, B. M. y Flores, A. (2017). Agenda actual en investigación en didáctica de las Ciencias Naturales en América Latina y el Caribe. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 49-59. DOI: [10.24320/redie.2017.19.3.905](https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.905)
- Luna Villarreal, E. (1999). *Diseño de estrategias de enseñanza para el tema: hibridación del átomo de carbono*. (tesis de grado). Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de la Garza, NL.
- Salah, H., y Dumon, A. (2011). Conceptual integration of hybridization by Algerian students intending to teach physical sciences. *Chemistry education research and practice*, 12, 443 – 453. doi: [10.1039/c1rp90049h](https://doi.org/10.1039/c1rp90049h)
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química*, 15(1), 60-66.
- Vera Carrasco, O. (2009). Cómo es escribir artículos de revisión. *Revista Médica La Paz*, 15(1), 63 – 69.