

Innovando en la enseñanza de las diferentes teorías que explican el enlace químico

MARCELA MARTÍNEZ TEJADA

Departamento de Química Inorgánica

Universidad de Sevilla

leidy@us.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0471-5033>

D.O.I.: <http://dx.doi.org/10.12795/JDU.2018.i01.69>

Pp.: 1230-1248

Resumen

En la presente comunicación se desarrolla una experiencia de innovación docente en la explicación del enlace químico por diferentes teorías. El modelo pedagógico implementado se basó en la interpretación y discusión en grupo de las diferentes teorías que explican el enlace entre los átomos. Se partió de los conocimientos previos de los estudiantes para saber redirigir la enseñanza hacia aquellos contenidos de menor comprensión y dificultad para los alumnos. Estas ideas previas sirvieron para establecer *conceptos específicos iniciales*, para que a través de procesos pedagógicos inductivos y con la ayuda de las tecnologías de la comunicación y la información, fueran capaces de llegar al *conocimiento del concepto final* planteado. La experiencia fue gratificante y motivadora para los estudiantes y para la docente. Los alumnos fueron capaces de establecer relaciones entre el conocimiento previo, el adquirido y el desarrollado durante la experiencia.



Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Palabras claves: Química General y Analítica, Grado en Farmacia, Docencia Universitaria, Experimentación Docente Universitaria, Enlace Químico.

Contexto

El proyecto de innovación docente presentado se llevó a cabo en la asignatura Química General y Analítica del primer año del Grado en Farmacia. Esta asignatura es obligatoria y es impartida por dos Dptos., el de Química Analítica de la Facultad de Farmacia y el de Química Inorgánica de la Facultad de Química. El modelo pedagógico se desarrolló para el bloque de Química General. Esta asignatura se imparte durante el primer cuatrimestre y los alumnos no poseen conocimientos previos más allá de lo aprendido durante el Bachillerato. El alumnado aún tiene percepción de E.S.O. y Bachillerato, es poco independiente y autónomo. La asignatura se imparte en un aula convencional en donde el profesor se ubica en una tarima y los alumnos se encuentran sentados en dos hileras de mesas alineadas fijas de 10 asientos por fila. El profesor cuenta con pizarra y proyector como ayuda para sus tareas docentes.

La inquietud de realizar un modelo metodológico diferente al modelo clásico de enseñanza direccional (profesor alumno), y que sirviera para motivar e interiorizar conceptos de una mejor manera, surge del poco interés que presenta esta asignatura para los estudiantes de primero de Farmacia. Muestra de ello es el incremento de suspensos todos los años.

Con el modelo metodológico planteado se pretende que el alumno participe de una manera activa en su aprendizaje. De esta manera no solo acepta y repite lo enseñado, sino que es capaz de interiorizar lo aprendido y puede ser capaz de aplicarlo y relacionarlo con diferentes situaciones que se le presenten. Finalmente se busca

que el alumno sea capaz de resolver cualquier cuestión planteada de una manera más crítica. Más allá de la importancia de que los alumnos aprendan ejemplos concretos, el aprendizaje significativo estriba en la interiorización de nuevos conceptos, y en la capacidad de utilizarlos de manera correcta para llegar a establecer relaciones entre ellos, combinando procesos de razonamiento inductivos y deductivos.

Diseño del Ciclo de Mejora

Debido a la enorme magnitud de temas y materias que deben abordarse durante la obtención de un grado, la idea de afrontar cursos o partes de la asignatura que pueden ser menos atractivas, usando asociaciones de conceptos a través de preguntas y objetivos claros, se plantea como una forma innovadora de acercar el conocimiento a los alumnos.

Muchos estudios han demostrado la efectividad del aprendizaje activo en una amplia variedad de disciplinas científicas (Bain, 2007), en donde los estudiantes están en contacto los unos con los otros como compañeros de aprendizaje (Ford and Wargo, 2012), y el profesor se retira del centro del aula para dar participación activa a los estudiantes. Cobra gran importancia la retroalimentación en el proceso formativo, de forma que se involucre a los estudiantes a través de la evidencia y la discusión haciéndose importante la instrucción (Hattie, 2009). En este sentido el profesor plantea preguntas específicas a los alumnos y les motiva para que lleguen a las soluciones, así se sentirán obligados a cuestionar sus respuestas y a pensar más allá.

Con este tipo de enseñanza los estudiantes estarán envueltos en un amplio rango de actividades de clase, usando las herramientas de las tecnologías de la información y comunicación, lectura, escritura, discusión, explicación y

resolución de problemas. La manera para lograr que la experiencia sea enriquecedora para los alumnos, es que el trabajo de intentar llegar a la respuesta correcta se haga en grupo. Usando su propio razonamiento pueden cambiar y encontrar errores y respuestas, separar sus ideas, y ponerlas juntas de manera diferente. Todo ello conduce a la comprensión y de ahí al conocimiento (Finkel, 2000). De esta forma los alumnos serán conscientes de la relación indisoluble y esencial entre la realidad externa al aula y lo que se estudia dentro de ella, y podrán comprender las aplicaciones y utilidades de la Química General en su día a día. Así se pretende que comprendan desde un punto de vista más crítico el objetivo de la química en el descubrimiento de verdades científicas, que la química es una ciencia experimental básica basada en el método científico y que se apoya en el conocimiento anterior para generar nuevos conocimientos. Y finalmente que la química busca el conocimiento de la naturaleza, y la aplicación de ese conocimiento a dar explicación a lo que les rodea.

Mapa de contenidos

El mapa de contenidos propuesto para el bloque de Química General y los temas 4, 5 y 6 previsto para 6 h de clase se muestra en la *Figura 1*.

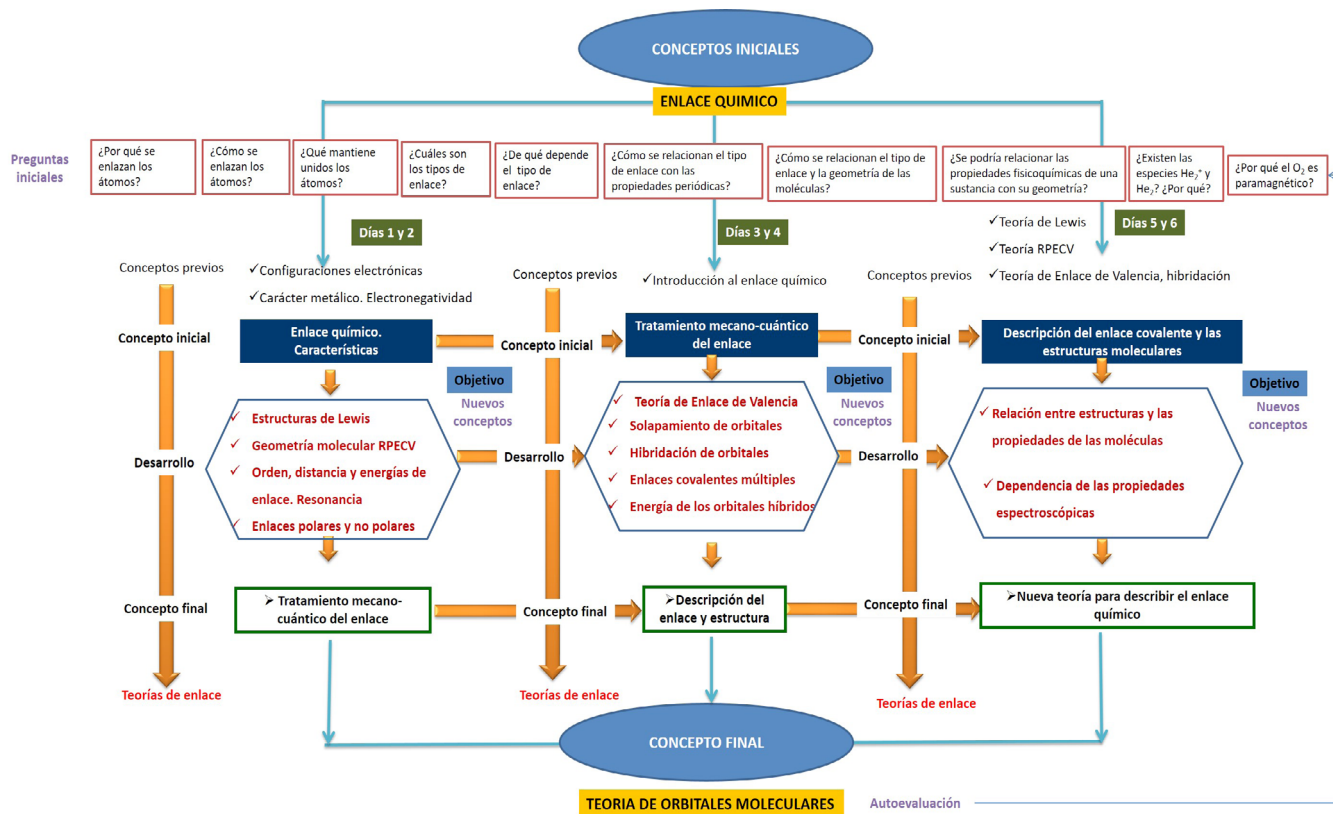


Figura 1. Mapa de contenidos para los conceptos impartidos durante 6 h de clase

El mapa de contenidos tiene como finalidad la comprensión de las diferentes teorías que explican el enlace químico. Está planteado para sesiones de 2 horas por cada tema, en donde se parte de un “*concepto inicial*” hasta llegar a un “*concepto final*” a través de diferentes subtemas que se encuentran en el apartado “*Desarrollo*”. Estos subtemas se presentarán a los estudiantes en forma de objetivos a alcanzar en cada sesión. En el mapa de contenidos se incluyen además, 10 preguntas iniciales que ayudarán a recoger las ideas previas de los estudiantes acerca de los contenidos principales que se estudiarán durante el Ciclo de Mejora. Estas preguntas iniciales ayudarán a identificar los obstáculos y los conceptos erróneos, para luego redirigir la instrucción y la búsqueda de información para superarlos. La comparación entre las respuestas previas y las dadas tras el ciclo, servirá para evaluar, por un lado, el grado de comprensión de los estudiantes acerca de los conceptos fundamentales, y por otro, la capacidad de relacionarlos para dar explicación a fenómenos reales.

Las preguntas iniciales fueron: 1. ¿Por qué se enlazan los átomos? 2. ¿Cómo se enlazan los átomos? 3. ¿Qué mantiene unidos los átomos? 4. ¿Cuáles son los tipos de enlace? 5. ¿De qué depende el tipo de enlace? 6. ¿Cómo se relacionan el tipo de enlace con las propiedades periódicas? 7. ¿Cómo se relacionan el tipo de enlace y la geometría de las moléculas? 8. ¿Se podrían relacionar las propiedades fisicoquímicas de una sustancia con su geometría? ¿Por qué? 9. ¿Existen las especies He_2^+ y He_2^- ? ¿Por qué? 10. ¿Por qué el O_2 es paramagnético?

Modelo metodológico y secuencia de actividades

El modelo metodológico seguido se muestra en la Figura 2. Con él se quiere estimular la curiosidad intelectual, la iniciativa y la creatividad, esto a su vez ayudará a los estudiantes a desarrollar la autonomía, la responsabilidad y la colaboración. De esta manera no solo aceptan y repiten lo enseñado, sino que son capaces de interiorizar lo aprendido para ser capaces de aplicarlo y relacionarlo con diferentes situaciones que se le presenten. El modelo se centra

en la comprensión por parte de los alumnos de los conceptos más importantes que se tratarán en la clase a través de la búsqueda y explicación de objetivos, sumado a las discusiones/reflexiones con el profesor y con sus compañeros, para resolver las dudas generales. Con este modelo el alumno tendrá además la posibilidad no solo de conocer a los compañeros que se sientan al lado, sino también de compartir con él o con ellos la experiencia, dudas teóricas e impresiones de la actividad. Luego todas las ideas generadas se colocarán en común en forma de asamblea en donde el profesor será solo un moderador. El profesor dirigirá, re-construirá y corregirá las ideas erróneas obtenidas durante su proceso de búsqueda de información. Al finalizar el segundo ciclo de mejora se les regresará el test de preguntas previas a los estudiantes para que puedan autoevaluarse.

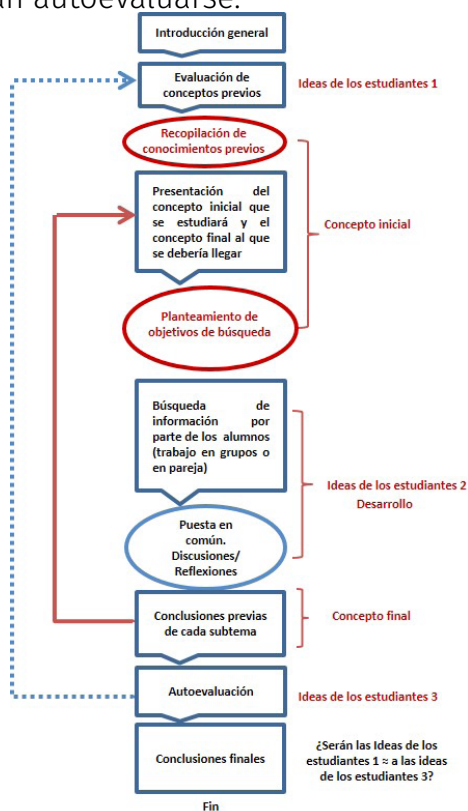


Figura 2. Modelo metodológico empleado.

La tabla 1 muestra la secuencia de actividades para el Ciclo de Mejora.

Tabla 1: Secuencia de actividades del Ciclo Mejora (clases de 50 min).

Tema 4 Día 1	Día 2	Tema 5 Día 3
<p>5 min Explicación de la metodología que se desarrollará en las próximas 6 clases. Repartir el test de conocimientos previos.</p> <p>10 min Realización del test de conocimientos previos. Recogida del test.</p> <p>5 min Reorganización del aula de clase formando grupos de tres o cuatro alumnos. Con el mapa de contenidos se hará la presentación del concepto del día 1, y el concepto final al que deben llegar el día 2, y los objetivos del día 1.</p> <p>Concepto inicial: Enlace químico. Características.</p> <p>Concepto final: Tratamiento mecano-cuántico del enlace.</p>	<p>5 min Resumen de las conclusiones del día anterior. Con el mapa conceptual, poner en situación los conceptos iniciales y finales planteados en el día 1 y proponer el objetivo del día 2: Poder deducir la estructura molecular, sabiendo diferenciarla de la estructura electrónica</p> <p>25 min Los alumnos continúan con la búsqueda de información del día para alcanzar el objetivo. En este tiempo formarán sus propias moléculas y observarán la geometría obtenida (aprender jugando).</p> <p>20 min Toda la información obtenida desde los alumnos se resumirá y concretará, se corregirán los errores que se hayan podido encontrar.</p>	<p>10 min Reorganización del aula de clase formando grupos de tres o cuatro alumnos. Resumen de las conclusiones de los dos días anteriores. Con base en el mapa conceptual, se presentarán los conceptos iniciales y finales de las dos próximas sesiones (días 3 y 4) y la presentación del objetivo del día 3.</p> <p>Concepto inicial: Tratamiento mecano-cuántico del enlace.</p> <p>Concepto final: Descripción del enlace y la estructura</p> <p>Objetivo del día 3: Conocer las bases de la Teoría de Enlace Valencia y el concepto de Orbitales Atómicos Híbridos.</p> <p>20 min Búsqueda de información por parte de los alumnos.</p>

<p><u>Objetivos del día 1:</u> Conocer el por qué se da un enlace químico y la relación existente entre la posición de un elemento en la tabla periódica y el tipo de enlace. Saber escribir la estructura de Lewis de una molécula. Comprender el concepto resonancia y las implicaciones que tiene sobre conceptos como la distancia de enlace y la energía de enlace</p> <p>20 min Durante este tiempo los alumnos usando sus teléfonos, tabletas y compartiendo con los compañeros, buscarán la información que crean adecuada para alcanzar el objetivo del día.</p> <p>10 min Toda la información obtenida se resumirá y concretará, se corregirán los errores para refinar la búsqueda y los resultados.</p>	<p>20 min Toda la información obtenida desde los alumnos se resumirá y concretará, se corregirán los errores que se hayan podido encontrar.</p>
---	---

Tema 5 Día 4	Tema 6 Día 5	Día 6
<p>Igual metodología que el día 2 pero con los objetivos del día 4. <i>Justificar la aproximación del empleo de Orbitales Atómicos Híbridos para el átomo central de una especie poliatómica discreta en relación con su geometría y energía de enlace. Conocer y saber aplicar los diferentes tipos de Orbitales Atómicos Híbridos.</i></p>	<p>Igual metodología que el día 3 pero con los conceptos inicial y final de los días 5 y 6, y con los objetivos de día 5</p> <p>Concepto inicial: Descripción del enlace covalente y las estructuras moleculares</p> <p>Concepto final: Nueva teoría para describir el enlace químico.</p> <p>Objetivo del día 5: Relacionar las estructuras y las propiedades de las moléculas, al igual que la dependencia de las propiedades espectroscópicas.</p>	<p>Igual metodología que el día 2 pero con los objetivos del día 6. <i>Conocer el método para obtener Orbitales Moleculares a partir de Combinaciones Lineales de Orbitales Atómicos. Conocer los requisitos de simetría, solapamiento y energía que han de cumplirse para aplicar dicho método a moléculas tipo A_2.</i></p> <p>15 min</p> <p>Una vez se hayan puesto en común todas las ideas, se regresará el test del día 1 para que cada alumno se autoevalúe. Corrección del test mediante discusión/reflexión con el alumnado. CONCLUSIONES Y FIN</p>

Aplicación del Ciclo de Mejora

En la tabla 2 se recoge el relato resumido de las sesiones

Tabla 2: Relato de las 6 sesiones de clase.

Día 1-Lunes	Día 2-Martes	Día 3-Lunes
<p>Llego a clase y cuento 65 alumnos. Explico la metodología. Entrego el test de conocimientos previos y lo recojo. Reorganizo el aula y les explico los conceptos inicial y final y los objetivos del día 1. Les digo que tienen libertad de buscar la información con todas las herramientas que dispongan (Tablet, teléfono, ordenador) y con los compañeros que tienen al lado Durante este tiempo respondo a sus dudas de forma personalizada. <i>El debate / discusión es complicado, es difícil que hablan con orden y se escuchan unos a otros, pero acabamos concluyendo definiciones concretas de los conceptos planteados. Uno de los alumnos tomó la voz con reflexiones y preguntas y respuestas claras acerca del tema, prácticamente pasó a ser el moderador de la situación, Sin embargo tuve que intervenir en varias ocasiones para aclarar mejor los conceptos.</i></p>	<p>Llego al aula y paso lista, 64 alumnos. Resumo las conclusiones del día anterior. Anoto en la pizarra el concepto inicial y final de los días 1 y 2, y el objetivo del día 2. Recuerdo que pueden pedir ayuda al compañero (s) que tienen al lado, aparte del uso de todas las herramientas de las que dispongan. <i>Da la impresión que hay mayor implicación en la búsqueda de información.</i> Esta vez además les doy algunas moléculas para que determinen su geometría usando modelos con esferas y palillos, y disfrutan de la actividad. Intento tener mejor control del debate, pregunto directamente sus impresiones y relaciones de los dos conceptos. Voy tomando nota en la pizarra. <i>Creo que esta segunda actividad los ha motivado aún más. Al menos las respuestas y relaciones dadas estuvieron mejor resueltas que las de la sesión anterior.</i></p>	<p>Llego al aula y paso lista, 66 alumnos. Reorganizo el aula y le explico los conceptos iniciales y finales de los días 3 y 4. Tras ello comienzan la búsqueda de información sin decirles el objetivo del día 4. <i>Esta vez observo que ya debaten y discuten entre ellos.</i> Amplio el tiempo de discusión. Durante este tiempo ellos por si mismos son capaces de formular el objetivo del día 3. Con base en él, reoriento la discusión hacia la mejor comprensión del concepto inicial.</p>

Día 4-Martes	Día 5-Lunes	Día 6-Martes
Llego al aula y paso lista, 62 alumnos. Anoto en la pizarra el concepto inicial y final de los días 3 y 4. Introduzco el objetivo del día. De nuevo de forma totalmente autónoma se organizan y comienzan con la búsqueda de la información. <i>El debate y discusión es participativo y se nota una implicación alta.</i> Al final resolvemos en pizarra algunos ejemplos prácticos para la mejor comprensión del tema. Dos alumnos salen voluntarios a la pizarra.	Llego al aula y paso lista, 45 alumnos. Reorganizo el aula y le explico los conceptos iniciales y finales de los días 5 y 6. Debaten y discuten entre ellos, sin embargo, se notan preocupados por un parcial que tienen de otra asignatura. <i>El debate es poco participativo.</i> Voy tomando nota en la pizarra. Las respuestas y relaciones dadas por parte de los alumnos estuvieron bien resueltas sin embargo con poca participación. <i>Esta vez no se notan tranquilos.</i>	Llego al aula y paso lista, 66 alumnos. Resumo las conclusiones. Con una serie de moléculas A_2 les pido obtener los OM a partir de sus orbitales atómicos. Se implican bastante en la búsqueda de información. Luego les regreso el test inicial e insisto que lo hagan con bolígrafo. Luego con un lápiz lo corregimos entre todos, recojo el test. Finalizo con reflexiones y las conclusiones a las que llegamos en las 6 sesiones. <i>Creo que la actividad en general les ha gustado. FIN.</i>

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Es difícil saber *qué aprenden y cómo lo hacen* los estudiantes. El uso de cuestionarios, entrevistas, observación y combinaciones de ellas de una manera adecuada, facilita identificar los obstáculos que se presentan en el aprendizaje (Porlán, 2017). Tras el cuestionar se debe clasificar la información para conocer niveles y obstáculos. Para la evaluación en este segundo ciclo mejora, se utilizó un test de conocimientos previos. Tras las 6 sesiones este test fue de nuevo realizado por los alumnos para observar su avance. La tabla 3 muestra los resultados de las respuestas dadas a algunas de las preguntas usando una escalera de conocimientos. Las preguntas se seleccionaron con base en los contenidos teóricos y prácticos que mostraron mayor dificultad y que son fundamentales para comprender los siguientes. El nivel 4 es el escalón más alto y el nivel 1 es el

más bajo. En pre- y pos-test se exponen los % de alumnos que han dado el concepto mostrado como respuesta. Al final de cada pregunta se muestra el obstáculo general inicial observado para superar durante el ciclo de mejora.

Tabla 3: Escaleras de conocimientos en el pre-test y en el pos-test.

• Pregunta 1: ¿Por qué se enlazan los átomos?			
Respuestas	Pre-test	Pos-test	Nivel
<i>Concepto general:</i> Dar estabilidad.	56%	72%	4
Concepto cotidiano: Completar octeto.	16%	20%	3
Otros conceptos: diferencia de cargas, mantener estructuras, mismo número de electrones, formar compuestos.	22%	8%	2
No sabe/no contesta.	6%	0%	1
Obstáculo general inicial: Relación entre octeto completo y estabilidad.			
• Pregunta 2: ¿Cómo se enlazan los átomos?			
Respuestas	Pre-test	Pos-test	Nivel
<i>Concepto general:</i> Compartición de electrones/enlaces químicos (fuerzas intramoleculares).	43%	50%	4
<i>Concepto cotidiano:</i> Cediendo electrones.	33%	40%	3
<i>Otros conceptos:</i> Dar estabilidad, fuerzas intermoleculares, tipo de enlace.	16%	10%	2
No sabe/no contesta.	8%	0%	1
Obstáculo general inicial: Concepto de enlace y sus implicaciones.			

• Pregunta 3: ¿Qué mantiene unidos los átomos?			
Respuestas	Pre-test	Pos-test	Nivel
<i>Concepto general:</i> Fuerzas de atracción /electronegatividad diferente.	30%	65%	4
<i>Concepto cotidiano:</i> Los enlaces.	28%	15%	3
<i>Otros conceptos:</i> Diferencia de energía, carga nuclear, los electrones.	26%	20%	2
No sabe/no contesta.	16%	0%	1
Obstáculo general inicial: Electronegatividad/tipo de enlace/estabilidad/carga nuclear efectiva.			
• Pregunta 5: ¿De qué depende el tipo de enlace?			
Respuestas	Pre-test	Pos-test	Nivel
<i>Concepto general:</i> Naturaleza de los átomos/ electronegatividad.	47%	87%	4
<i>Concepto cotidiano:</i> Carácter metálico.	20%	13%	3
<i>Otros conceptos:</i> Teoría de Lewis, cantidad de electrones.	16%	0%	2
No sabe/no contesta.	17%	0%	1
Obstáculo general inicial: Electronegatividad/tipo de enlace/estabilidad/carga nuclear efectiva.			

- **Pregunta 6:** ¿Cómo se relacionan el tipo de enlace con las propiedades periódicas?

Respuestas	Pre-test	Pos-test	Nivel
Concepto general: Carácter metálico y no metálico del enlace.	37%	67%	4
Concepto cotidiano: Con la posición en la tabla periódica.	32%	10%	3
Otros conceptos: Con la configuración electrónica, con la electronegatividad, con la afinidad electrónica.	26%	23%	2
No sabe/no contesta	5%	0%	1
Obstáculo general inicial: Carácter metálico/no metálico/apantallamiento/penetración del orbital.			

- **Pregunta 7:** ¿Cómo se relacionan el tipo de enlace y la geometría de las moléculas?

Respuestas	Pre-test	Pos-test	Nivel
Concepto general: Repulsiones interelectrónicas/VSPER	24%	55%	4
Concepto cotidiano: Por el número de electrones que comparten.	16%	17%	3
Otros conceptos: Estructura de Lewis, por la electronegatividad, fuerzas del enlace, repulsiones electromagnéticas.	41%	28%	2
No sabe/no contesta	19%	0%	1
Obstáculo general inicial: Desconocimiento de VSPER.			

• Pregunta 8: ¿Se podrían relacionar las prop. Físicoquím. de una sustancia con su geometría?			
Respuestas	Pre-test	Pos-test	Nivel
Concepto general: Por su polaridad/carácter polar del enlace.	33%	85%	4
Concepto cotidiano: : Si, sin dar explicación	25%	0%	3
Otros conceptos: Por la posición espacial del grupo de electrones, por el tipo de enlace que forman, por repulsiones interelectrónicas.	17%	15%	2
No sabe/no contesta	25%	0%	1
Obstáculo general inicial: geometría molecular/carácter polar de las moléculas.			

Tras el análisis de las escaleras inicial y final, se observa que la gran mayoría de estudiantes lograron superar los obstáculos generales para comprender y relacionar los contenidos más importantes de los temas estudiados. Llegaron a comprender las diferentes teorías que explican el enlace químico, sus bases teóricas y sus relaciones, para explicar desde un punto de vista más crítico, el cómo, el por qué y el para qué se unen los átomos. Como concepto general de difícil comprensión, resalto la polaridad de las moléculas y de los enlaces, y su relación con la geometría (VSPER) y con las propiedades fisicoquímicas de las sustancias. Este concepto será necesario trabajarlo en mayor profundidad en el curso siguiente de Química Inorgánica de segundo cuatrimestre.

Evaluación del diseño puesto en práctica

Poco a poco durante los días del ciclo de mejora los alumnos se sintieron más cómodos con la metodología,

aprovechando al máximo cada sesión. Llegaron a interiorizar la gran mayoría de los conceptos y a saber relacionarlos para llegar a los objetivos planteados cada día. Esto hizo la experiencia de docencia muy gratificante ya que se aumentó de una manera exponencial la participación de los alumnos, siendo muchas veces moderadores y guías de la discusión.

Finkel (2000) propone 4 elementos claves para que este tipo de enseñanza sea efectiva: *personas con quien hablar, preguntas, profesor(a) a quien acudir y conclusiones*. Monereo también concibe la enseñanza como la vinculación a la realidad del alumnado, con un conjunto de actividades instruccionales y de evaluación secuenciadas y conectadas en el tiempo, que plantean al alumnado problemas y conflictos a resolver (Monereo, 2009). Así el tipo de enseñanza innovadora debe *ser realista, ser relevante* (los aprendizajes deben tener sentido y la competencia desarrollada debe ser de utilidad al alumnado); *ser constructivista* (plantear actividades para captar el proceso de construcción que desarrolla el alumnado con el propósito de ofrecer ayudas ajustadas a los problemas que puedan ir apareciendo); *ser socializante* (apropiación de los discursos, signos o valores de identidad de la comunidad profesional en la que el alumnado va a integrarse). El profesor además debe captar el interés del alumno, construyendo ideas que lo lleven a solucionar el problema de partida planteado, sumando factores para que el aprendizaje sea gradual, diseñando entornos para que el estudiante se sienta seguro de poder llegar a la respuesta (Finkel, 2000). Por tanto es importante brindarles objetivos y un camino para llegar a ellos. Es decir darles a los estudiantes *un comienzo, un medio y un fin*. Con todo esto se busca que los alumnos progresen intelectualmente guiando la situación, de manera que cada alumno sea testigo de sus avances, conozca la materia de estudio, a sus compañeros, y se centre en la información dada, en las preguntas y en la instrucción para dar con la respuesta. Es una manera

diferente de poner el estudiante a trabajar y *que sean ellos aprendiendo, no solo el profesor enseñando.*

En cuanto a los aspectos que han funcionado bien y que quiero mantener en mi práctica docente quiero destacar el uso de las nuevas tecnologías en la clase. Éstas les ayudaron a ser totalmente autónomos y a interesarse por los contenidos, llegando a ellos a través de relaciones de los conceptos más importantes. El planteamiento de *objetivos de aprendizaje* cada día y el uso de *conceptos iniciales y finales* para guiar la búsqueda de información, generaron mayor interés, además de fomentar el trabajo en equipo y la reflexión crítica sobre los contenidos. Simultáneamente el debate de las ideas entre todos, les ayudó a que se sintieran en un ambiente más cómodo rodeado de sus compañeros, dando forma a sus ideas, con mayor motivación. *Pensar juntos en voz alta fue una manera de que el grupo progresara*, dando forma entre todos a los contenidos más importantes y a sus relaciones. Todo ello despertó el interés y estudio por los contenidos tratados.

Como dijimos antes, se detectaron además contenidos de difícil comprensión sobre los se debe profundizar en el segundo cuatrimestre de Química Inorgánica, empleando material complementario de apoyo, y otros conceptos y objetivos adicionales.

Conclusiones finales

La metodología empleada favoreció que los alumnos progresaran intelectualmente guiando la situación, de manera que fueron testigos de sus avances, y llegaron a conocer la materia de estudio, a sus compañeros, y se centraron en comprender los conceptos. *Se activó la curiosidad de los alumnos y se fortaleció la interacción y el desarrollo personal.* El modelo de evaluación a través de escalera de conocimientos, ayudó a informarme y a poder tomar decisiones del mapa, metodología, actividades y de la propia evaluación para redirigir y reestructurar la enseñanza. Todo

esto fue fruto del buen uso de las tecnologías de la información y a las instrucciones dadas, a través de objetivos y conceptos de búsqueda. Así los alumnos, en su gran mayoría, llegaron a relacionar y comprender los contenidos estudiados más importantes. Todo esto hizo la experiencia de innovación docente en la enseñanza de las diferentes teorías que explican el enlace químico, muy motivadora y gratificante. Para los próximos cursos deseo ampliar el ciclo de mejora a más contenidos. De esta forma podré recopilar más experiencias y tener un enfoque más global para diseñar más experiencias que verdaderamente enseñen.

Referencias bibliográficas

- Bain K, (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Universidad de Valencia.
- Finkel, D. (2000). *Dar clase con la boca cerrada*. Universidad de Valencia.
- Ford, M. J. y Wargo B. M. (2012). *Dialogic Framing of Scientific Content for Conceptual and Epistemic Understanding*. *Science Education* 96 (3).
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning a Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London. Routledge.
- Monereo, C. (2009). *PISA como excusa. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Barcelona. Grao.
- Porlán R (2017). *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla*. Morata, Universidad de Sevilla.