

PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE ID2023/003: «INCORPORACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL “ChatGPT” AL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE EN ASIGNATURAS DEL ÁREA DE CONOCIMIENTO DE QUÍMICA INORGÁNICA»

Coordinador: Adrián Bogeat Barroso

El lanzamiento en noviembre de 2022 de la herramienta de inteligencia artificial generativa de texto «ChatGPT», desarrollada por la empresa estadounidense Open AI, ha representado un punto de inflexión en cuanto al acceso a la información disponible en internet. Esta herramienta permite obtener, de una manera fácil y rápida, texto original procesado a partir de la información contenida en la red. Por tanto, se prevé que este tipo de inteligencia artificial conlleve a corto y medio plazo cambios disruptivos no sólo en el modo de trabajar en múltiples sectores, como el industrial o el económico, sino que también pueda desencadenar una verdadera transformación en los modos de enseñanza de los docentes y de aprendizaje de los estudiantes. Esta perspectiva hace necesaria la adaptación de ChatGPT tanto a las tareas de preparación de la práctica docente, como a la aplicación de metodologías activas en el aula. Ha sido precisamente esta necesidad de adaptación de la herramienta la que impulsó el desarrollo de este proyecto de innovación docente, cuyos principales resultados se resumen en la presente memoria.

El reciente lanzamiento y disponibilidad de la herramienta ChatGPT en acceso abierto y gratuito justifica la ausencia de antecedentes relacionados con la temática del proyecto en la bibliografía especializada. Una búsqueda y revisión de los trabajos publicados durante los últimos meses, acerca de la aplicación de esta inteligencia artificial generativa como recurso educativo innovador, reveló la existencia de un número muy limitado de los mismos enfocados en la enseñanza y aprendizaje de la química a un nivel universitario, tanto de grado como de posgrado. En concreto, estas publicaciones se centraron en aplicaciones muy concretas de la herramienta, como la redacción del apartado de conclusiones en informes de prácticas de laboratorio o la resolución de cuestiones de examen de química general.

A tenor de lo expuesto, resulta incuestionable el elevado grado de innovación que ha representado el desarrollo del presente proyecto, reflejado en el hecho de que, por primera vez, se ha estudiado y analizado en detalle la incorporación de la herramienta ChatGPT como recurso docente en la enseñanza de la química inorgánica a nivel universitario. De forma específica, se han evidenciado las potencialidades y puntos críticos de la integración de este recurso tecnológico en las principales tareas asociadas a la práctica docente, como la planificación y creación de contenidos, el diseño de actividades o los procesos de evaluación.

El proyecto ha sido desarrollado en distintas asignaturas del área de conocimiento de química inorgánica, integradas en los planes de estudio de varias titulaciones de grado y máster de la Universidad de Salamanca, e impartidas por los miembros del equipo de trabajo durante el curso académico 2023/2024. Las asignaturas escogidas han abarcado las diferentes tipologías (formación básica, obligatoria y optativa), naturalezas (teórica,

práctica y teórica-práctica) y cursos académicos, garantizando de este modo la variedad de contenidos, así como de su nivel de dificultad y complejidad. Del mismo modo, la pertenencia de dichas asignaturas a los planes de estudio de diversas titulaciones también ha permitido asegurar una amplia variabilidad entre el estudiantado. A continuación, se especifican las asignaturas en las que se ha desarrollado este proyecto de innovación docente:

1. Química General e Inorgánica, 1^{er} curso, Grado en Farmacia.
2. Biomateriales inorgánicos, 2^o curso, Grado en Farmacia.
3. Experimentación en Química Inorgánica, 2^o curso, Grado en Ingeniería Química.
4. Química Inorgánica III, 3^{er} curso, Grado en Química.
5. Química Ambiental, 1^{er} curso, Grado en Ingeniería Civil.
6. Química de Materiales, 1^{er} curso, Grado en Ingeniería Civil.
7. Industrias de Materiales Inorgánicos, Máster en Ingeniería Química.

En aras de la brevedad, en esta memoria se exponen sólo algunos de los resultados derivados del desarrollo del proyecto en la asignatura Química General e Inorgánica, perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia. La razón de esta elección es doble. En primer lugar, de entre todas las asignaturas del área de conocimiento seleccionadas, es la que ha contado con un mayor número de alumnos matriculados, cercano a los 300. En segundo lugar, tres miembros del equipo del proyecto, incluido el propio coordinador, han formado parte del profesorado encargado de su impartición. Por tanto, se ha considerado como la mejor opción para mostrar, de manera resumida, los principales resultados del proyecto. No obstante, en esta memoria también se exponen puntualmente algunos de los resultados obtenidos para otras de las asignaturas indicadas. Por último, la exposición de los resultados se ha estructurado y organizado de acuerdo con los tres grandes bloques de tareas establecidos inicialmente en la memoria del proyecto.

En este punto, antes de exponer los principales resultados del proyecto, es preciso destacar que ChatGPT opera a través de la formulación por parte del usuario, en este caso el docente, de una petición o «prompt», que debe ser lo más específica y precisa posible. Para que las respuestas devueltas por la herramienta sean más adecuadas, tanto en precisión como en nivel, tales peticiones deben reunir una serie de requisitos. Por tanto, previamente al desarrollo de las tareas del proyecto, la mayoría de los miembros del equipo participaron en diversas actividades de formación acerca de la inteligencia artificial y su impacto en el ámbito universitario, enmarcadas en el Plan de Formación Docente 2023-2024 organizado por el Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) de la Universidad de Salamanca. Tras estas actividades, se consideró que los miembros del proyecto disponían de la formación básica requerida para realizar un uso eficiente de la herramienta ChatGPT, diseñando peticiones o «prompts» apropiados para obtener como respuesta la información o el contenido deseados.

Bloque 1. Tareas relacionadas con el diseño, desarrollo y mejora de los contenidos teóricos y prácticos, así como su organización y estructuración, de distintas asignaturas del área de química inorgánica. Responsable: Adrián Bogeat Barroso

El profesorado responsable de cada una de las asignaturas seleccionadas se encargó de generar mediante la herramienta ChatGPT, versión 3.5, un índice o programa de contenidos alternativo, tomando siempre como referencia el aprobado y recogido en la guía académica de la asignatura en cuestión para el curso académico 2023/2024. A continuación, se transcriben literalmente tanto la petición formulada por los docentes como el programa de contenidos propuesto por la inteligencia artificial para la asignatura «Química General e Inorgánica» del Grado en Farmacia.

Petición o prompt formulada: *«Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica. ¿Podrías generar un índice del programa de contenidos para la asignatura denominada "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia?»*

Respuesta de ChatGPT:

Índice del Programa de Contenidos: Química General e Inorgánica

Módulo 1: Introducción a la Química

1. *Introducción a la Química*
2. *Estructura Atómica*

Módulo 2: La Tabla Periódica y la Estructura Electrónica

3. *La Tabla Periódica*
4. *Estructura Electrónica de los Átomos*

Módulo 3: Enlaces Químicos y Estructuras Moleculares

5. *Enlace Iónico*
6. *Enlace Covalente*
7. *Enlace Metálico*

Módulo 4: Estados de la Materia

8. *Estados de la Materia y Transiciones de Fase*
9. *Gases*

Módulo 5: Estequiometría

10. *Conceptos Básicos de Estequiometría*
11. *Reacciones Químicas*

Módulo 6: Termoquímica

12. *Principios de Termodinámica*
13. *Entropía y Segunda Ley de la Termodinámica*

Módulo 7: Equilibrio Químico

14. Equilibrio Químico
15. Equilibrios Ácido-Base
16. Equilibrios de Solubilidad

Módulo 8: Química Inorgánica Descriptiva

17. Hidrógeno y el Grupo 1 (Metales Alcalinos)
18. Grupo 2 (Metales Alcalinotérreos)
19. Grupos 13 al 18
20. Elementos de Transición y Metales del Bloque d y f

Módulo 9: Química de Coordinación

21. Compuestos de Coordinación
22. Aplicaciones de los Compuestos de Coordinación

Módulo 10: Química del Estado Sólido

23. Estructura de los Sólidos
24. Propiedades de los Sólidos

Módulo 11: Introducción a la Química Bioinorgánica

25. Elementos Esenciales y Oligoelementos
26. Metaloproteínas y Enzimas Metálicas

Bibliografía

Textos Básicos

1. Atkins, P., Jones, L. "Química: Principios y Reacciones".
2. Shriver, D. F., Atkins, P. W. "Inorganic Chemistry".
3. Housecroft, C. E., Sharpe, A. G. "Inorganic Chemistry".

Lecturas Complementarias

1. Cotton, F. A., Wilkinson, G. "Advanced Inorganic Chemistry".
2. Greenwood, N. N., Earnshaw, A. "Chemistry of the Elements".

Este índice proporciona una estructura clara y lógica, abarcando tanto los conceptos básicos como temas avanzados y aplicaciones específicas en el campo de la farmacia.

Una vez planteada la propuesta por la herramienta, es esencial realizar un análisis crítico de la misma. En este caso concreto, se comprobó que la propuesta presenta una estructura lógica, clara y consistente. No obstante, en ella se han obviado toda una serie de condicionantes y limitaciones que afectan a esta asignatura del Grado en Farmacia de la Universidad de Salamanca. La primera de ellas es su carga crediticia total, fijada en 8 créditos ECTS, de los cuales sólo 4 corresponden a sesiones magistrales (toda esta información se encuentra disponible de forma detallada en la guía académica de la asignatura, accesible a través de la dirección <https://guias.usal.es/node/154528>). Asimismo, varios de los módulos y temas incluidos en la propuesta formulada por la herramienta son propios del programa de otras asignaturas, impartidas también en primer curso del Grado en Farmacia. Tal es el caso, por ejemplo, de los bloques dedicados a la

termoquímica y al equilibrio químico, cuyos contenidos son tratados en la asignatura «Física Aplicada y Fisicoquímica I». Por último, los temas dedicados a la introducción a la química y a la estequiometría corresponden a conocimientos ya adquiridos por el alumnado durante sus estudios de Bachillerato, no debiendo incorporarse a la propuesta. En consecuencia, fue necesario plantear a ChatGPT el diseño de un nuevo índice de contenidos que considerase todas estas restricciones, a modo de «condiciones de contorno». Así, la nueva petición formulada y la respuesta obtenida fueron las siguientes:

Petición o prompt formulada: *«Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica. ¿Podrías generar un índice del programa de contenidos para la asignatura denominada "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia? Este programa debe cumplir las siguientes condiciones: 1. Debe impartirse en un total de 40 horas de sesiones magistrales. 2. No debe incluir temas referentes a conocimientos adquiridos por el alumnado en los estudios de Bachillerato. 3. No debe incluir temas referentes a termodinámica, termoquímica y equilibrio químico, que son tratados en otras asignaturas. 4. Debe incluir al menos un tema relativo a los procesos de oxidación y reducción y otro a los procesos ácido-base.»*

Respuesta de ChatGPT:

Índice del Programa de Contenidos: Química General e Inorgánica

Módulo 1: Fundamentos de Química Inorgánica

- 1. Introducción a la Química Inorgánica (2 horas)*

Módulo 2: Estructura Atómica y Propiedades Atómicas

- 2. Estructura Atómica Avanzada (4 horas)*
- 3. Propiedades Atómicas y Periódicas (4 horas)*

Módulo 3: Enlace Químico y Estructura Molecular

- 4. Teoría del Enlace Químico (4 horas)*
- 5. Enlace Metálico y Propiedades de los Metales (4 horas)*

Módulo 4: Compuestos de Coordinación

- 6. Introducción a los Compuestos de Coordinación (4 horas)*
- 7. Teorías del Enlace en Compuestos de Coordinación (4 horas)*

Módulo 5: Procesos de Oxidación y Reducción

- 8. Reacciones Redox (4 horas)*

Módulo 6: Procesos Ácido-Base

- 9. Teorías de Ácidos y Bases (4 horas)*
- 10. Equilibrios Ácido-Base en Soluciones No Acuosas (4 horas)*

Módulo 7: Química Inorgánica Descriptiva

- 11. Química de los Elementos del Bloque d y f (4 horas)*
- 12. Química de los Elementos No Metálicos (4 horas)*

Bibliografía

Textos Básicos

1. Atkins, P., Jones, L. "Química: Principios y Reacciones".
2. Shriver, D. F., Atkins, P. W. "Inorganic Chemistry".
3. Housecroft, C. E., Sharpe, A. G. "Inorganic Chemistry".

Lecturas Complementarias

1. Cotton, F. A., Wilkinson, G. "Advanced Inorganic Chemistry".
2. Greenwood, N. N., Earnshaw, A. "Chemistry of the Elements".

Este índice está diseñado para abordar temas avanzados y específicos de Química Inorgánica que no se tratan en Bachillerato, excluyendo termodinámica, termoquímica y equilibrio químico, e incluyendo procesos de oxidación-reducción y ácido-base.

De nuevo, se discutió críticamente la propuesta de programa proporcionada por la inteligencia artificial. En términos generales, este índice mejoró notablemente el planteamiento inicial. Así, entre sus principales puntos positivos destacan la temporalización detallada de cada uno de los temas, junto con una organización coherente y secuencial de los contenidos. Sin embargo, esta propuesta todavía adolece de algunos errores y omisiones importantes, como el cómputo global de 44 horas frente a las 40 impuestas como condición en la petición, o la ausencia de temas fundamentales, como los dedicados al enlace iónico, a las fuerzas intermoleculares o a la descriptiva de los elementos metálicos de los bloques s y p. Ante esta situación, el procedimiento seguido consistió en formular una nueva petición a ChatGPT, acotando aún más las condiciones y restricciones que debía reunir la propuesta devuelta por la herramienta. Esta especie de «proceso iterativo» se repitió sucesivas veces hasta obtener como respuesta un programa de contenidos considerado satisfactorio a juicio del profesorado encargado de la asignatura. Por último, aquellos aspectos de la propuesta final considerados como mejoras que conllevan modificaciones menores, en particular las que afectaron en exclusiva a la organización de los contenidos, se han trasladado directamente a la práctica docente durante el presente curso académico. Por el contrario, aquellas mejoras que implican cambios sustanciales, principalmente por afectar de manera directa a los propios contenidos del programa, se incorporarán en la guía académica de la asignatura correspondiente al próximo curso 2024/2025.

A continuación, se realizó una tarea similar a la descrita anteriormente para cada uno de los bloques de contenidos y temas en los que se estructuró el índice general proporcionado por la inteligencia artificial. A modo de ejemplo ilustrativo, se muestran tanto las peticiones formuladas como las respuestas proporcionadas por ChatGPT para dos temas concretos del programa de la asignatura «Química General e Inorgánica» del Grado en Farmacia.

Petición o prompt formulada: *«Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica. ¿Podrías generar un índice de contenidos para el tema "Propiedades atómicas y periódicas", incluido en el programa propuesto previamente para la asignatura denominada "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en*

Farmacia? Como principal condición, este tema debe impartirse en un total de 2 horas de sesiones magistrales.»

Respuesta de ChatGPT:

Tema: Propiedades Atómicas y Periódicas

1. Introducción a las Propiedades Atómicas y Periódicas (15 minutos)

1.1. Definición y relevancia de las propiedades periódicas.

1.2. Importancia de las propiedades periódicas en Química Inorgánica y Farmacia.

2. Configuración Electrónica y su Relación con la Tabla Periódica (15 minutos)

2.1. Configuración electrónica de los elementos.

2.2. Bloques de la Tabla Periódica (s, p, d, f).

3. Radio Atómico e Iónico (20 minutos)

3.1. Definición y tendencias en la Tabla Periódica.

3.2. Factores que influyen en el tamaño atómico e iónico.

3.3. Comparación entre radios atómicos y radios iónicos.

4. Energía de Ionización (20 minutos)

4.1. Definición y primera energía de ionización.

4.2. Tendencias periódicas de la energía de ionización.

5. Afinidad Electrónica (20 minutos)

5.1. Definición y concepto.

5.2. Tendencias periódicas de la afinidad electrónica.

6. Electronegatividad (20 minutos)

6.1. Definición y escala de Pauling.

6.2. Tendencias periódicas de la electronegatividad.

6.3. Aplicaciones de la electronegatividad en predicción de la polaridad de enlaces y reactividad química.

7. Resumen y Aplicaciones en Farmacia y Biología (10 minutos)

7.1. Importancia de las propiedades periódicas en la biodisponibilidad y toxicidad de metales.

7.2. Rol de los metales en la estructura y función de biomoléculas.

7.3. Uso de elementos específicos en formulaciones farmacéuticas.

Bibliografía

Atkins, P., Jones, L. "Química: Principios y Reacciones".

Shriver, D. F., Atkins, P. W. "Inorganic Chemistry".

Housecroft, C. E., Sharpe, A. G. "Inorganic Chemistry".

Cotton, F. A., Wilkinson, G. "Advanced Inorganic Chemistry".

Greenwood, N. N., Earnshaw, A. "Chemistry of the Elements".

Este índice está diseñado para cubrir los conceptos más importantes de las propiedades atómicas y periódicas de manera concisa y enfocada, dentro del tiempo asignado.

Petición o prompt formulada: «Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica. ¿Podrías generar un índice de contenidos para el tema "Química descriptiva de los elementos no metálicos", incluido en el programa propuesto previamente para la asignatura denominada "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia? Como principal condición, este tema debe impartirse en un total de 3 horas de sesiones magistrales.»

Respuesta de ChatGPT:

Tema: Química Descriptiva de los Elementos No Metálicos

1. Introducción a los Elementos No Metálicos (15 minutos)

1.1. Definición y ubicación en la Tabla Periódica.

1.2. Características generales y comparativas con los metales.

1.3. Importancia de los elementos no metálicos en la química y en la farmacia.

2. Hidrógeno (15 minutos)

2.1. Propiedades físicas y químicas.

2.2. Isótopos del hidrógeno.

2.3. Aplicaciones del hidrógeno en la industria y en la medicina.

3. Grupo 14: Carbono y Silicio (30 minutos)

3.1. Carbono:

- Formas alotrópicas del carbono: diamante, grafito y fullerenos.

- Compuestos importantes: hidrocarburos, dióxido de carbono y monóxido de carbono.

- Relevancia del carbono en la química orgánica y bioquímica.

3.2. Silicio:

- Propiedades y usos del silicio.

- Compuestos de silicio y su importancia en materiales y tecnología.

4. Grupo 15: Nitrógeno y Fósforo (30 minutos)

4.1. Nitrógeno:

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Ciclo del nitrógeno.*
- *Compuestos importantes: amoníaco, nitratos y nitritos.*

4.2. Fósforo:

- *Formas alotrópicas del fósforo: blanco, rojo y negro.*
- *Compuestos importantes: ácido fosfórico, fosfatos.*
- *Aplicaciones en la farmacia y la biología.*

5. Grupo 16: Oxígeno, Azufre y Selenio (30 minutos)

5.1. Oxígeno:

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Reacciones de oxidación.*
- *Aplicaciones en la respiración celular y en la industria.*

5.2. Azufre:

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Compuestos importantes: ácido sulfúrico, sulfitos y sulfuros.*
- *Aplicaciones en la farmacia y la industria.*

5.3. Selenio:

- *Propiedades y compuestos de selenio.*
- *Importancia biológica y aplicaciones en la salud.*

6. Grupo 17: Halógenos (45 minutos)

6.1. Propiedades generales de los halógenos.

6.2. Flúor:

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Aplicaciones en la salud dental y otros campos.*

6.3. Cloro:

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Aplicaciones en desinfección y medicamentos.*

6.4. Bromo:

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Usos en la industria farmacéutica.*

6.5. Yodo:

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Aplicaciones en medicina y nutrición.*

7. Grupo 18: Gases Nobles (15 minutos)

7.1. *Propiedades generales de los gases nobles.*

7.2. *Helio y argón:*

- *Propiedades físicas y químicas.*
- *Aplicaciones en medicina y tecnología.*

7.3. *Otros gases nobles: neón, criptón y xenón, sus propiedades y aplicaciones.*

8. Resumen y Aplicaciones Farmacéuticas (30 minutos)

8.1. *Importancia de los elementos no metálicos en la formulación de medicamentos.*

8.2. *Rol de los elementos no metálicos en procesos biológicos y farmacológicos.*

8.3. *Relevancia de la química descriptiva para el desarrollo de nuevos fármacos.*

Bibliografía

Atkins, P., Jones, L. "Química: Principios y Reacciones".

Shriver, D. F., Atkins, P. W. "Inorganic Chemistry".

Housecroft, C. E., Sharpe, A. G. "Inorganic Chemistry".

Cotton, F. A., Wilkinson, G. "Advanced Inorganic Chemistry".

Greenwood, N. N., Earnshaw, A. "Chemistry of the Elements".

Este índice está diseñado para proporcionar una visión completa y concisa de la química descriptiva de los elementos no metálicos, con un enfoque en su relevancia y aplicaciones en farmacia y medicina, dentro del tiempo asignado de 3 horas.

Por último, para cada uno de los temas integrantes del programa se analizó críticamente la respuesta devuelta por ChatGPT en forma de índice. De acuerdo con los resultados de este análisis, se aplicó un método iterativo idéntico al descrito con anterioridad, de modo que las sucesivas peticiones planteadas a la herramienta se fueron puliendo y acotando con distintos condicionantes. Este proceso se dio por finalizado cuando el índice de contenidos propuesto para el tema en cuestión careció de errores e incongruencias y se consideró adecuado por el profesorado. Las mejoras aportadas por las distintas propuestas se trasladaron tanto a la guía académica de la asignatura como a la práctica docente, siguiendo para ello el criterio comentado previamente y basado en el calado de las modificaciones.

Bloque 2: Tareas relacionadas con la propuesta y el diseño de nuevas actividades y prácticas de laboratorio, alineadas con distintas metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje. Responsable: Margarita del Arco Sánchez

Este segundo bloque de tareas se dedicó a la propuesta y el diseño de un conjunto de al menos tres actividades para cada una de las asignaturas seleccionadas. Como único condicionante, estas actividades se basaron en distintas metodologías y estrategias docentes, preferentemente activas, como el aprendizaje basado en proyectos, cooperativo o basado en problemas, entre otras.

A continuación, se exponen los detalles correspondientes a varias actividades diseñadas con ayuda de la herramienta ChatGPT para su integración en la docencia de la asignatura «Química General e Inorgánica» de primer curso del Grado en Farmacia.

Actividad 1: Diseño de una actividad de aprendizaje basado en problemas

Petición o prompt formulada: «Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica e imparto la asignatura "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia. ¿Podrías plantear el desarrollo de una actividad de aprendizaje basado en problemas sobre diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix, en el marco del tema dedicado a los procesos de oxidación-reducción?»

Respuesta de ChatGPT:

Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas: Diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix en Procesos de Oxidación-Reducción

Objetivos

- Comprender los conceptos y aplicaciones de los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix en el contexto de los procesos de oxidación-reducción.
- Aplicar estos diagramas para analizar la reactividad y estabilidad de diferentes especies químicas en disolución acuosa.
- Desarrollar habilidades de análisis crítico y resolución de problemas mediante el uso de estos diagramas en contextos prácticos.

Desarrollo de la Actividad

1. Introducción al Problema (30 minutos)

- *Presentación del Caso:* Se presenta a los estudiantes un caso práctico en el que deben utilizar los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix para analizar la estabilidad y reactividad del hierro en diferentes condiciones.

- *Caso:* Una empresa farmacéutica está investigando el uso de diferentes estados de oxidación del hierro (Fe) en procesos de síntesis de fármacos. Los estudiantes deben determinar las condiciones en las que el hierro permanece estable, se oxida o se reduce, y proponer recomendaciones para su uso en diferentes entornos.

- *Objetivos del Caso:*

1. *Comprender cómo se construyen y utilizan los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix.*

2. *Aplicar estos diagramas para predecir la estabilidad y reactividad de diferentes estados de oxidación del hierro.*
3. *Proponer condiciones óptimas para el uso de hierro en diferentes procesos.*

2. Investigación y Análisis (60 minutos)

- Paso 1: *Formación de Grupos. Dividir a los estudiantes en grupos de 4-5 personas.*

- Paso 2: *Investigación. Cada grupo investiga los siguientes puntos:*

1. *Concepto y construcción de los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix.*
2. *Potenciales estándar de reducción del hierro en diferentes estados de oxidación (Fe, Fe²⁺, Fe³⁺).*
3. *Reacciones redox relevantes para el hierro en disolución acuosa.*

Recursos: Proporcionar libros de texto, artículos científicos y acceso a internet para buscar información relevante.

3. Resolución del Problema (60 minutos)

- Paso 3: *Construcción y Análisis de Diagramas. Cada grupo construye y analiza los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix para el hierro utilizando los datos de potencial estándar de reducción.*

Diagrama de Latimer:

- *Construir el diagrama de Latimer para el hierro en un rango de estados de oxidación.*
- *Identificar las especies más estables y los posibles cambios redox.*

Diagrama de Frost:

- *Construir el diagrama de Frost para el hierro utilizando los datos de potencial estándar.*
- *Determinar la estabilidad relativa de los diferentes estados de oxidación.*

Diagrama de Pourbaix:

- *Construir el diagrama de Pourbaix para el hierro considerando el pH y el potencial.*
- *Identificar las zonas de estabilidad para las especies Fe, Fe²⁺ y Fe³⁺, así como la formación de hidróxidos u óxidos.*

- Paso 4: *Aplicación y Discusión:*

- *Analizar cómo las diferentes condiciones de pH y potencial afectan la estabilidad del hierro.*
- *Proponer condiciones óptimas para mantener el hierro en el estado de oxidación deseado en aplicaciones farmacéuticas.*

4. Presentación de Resultados (60 minutos)

- Paso 5: *Preparación de la Presentación. Cada grupo prepara una presentación breve (10 minutos) en la que expone sus hallazgos y explicaciones.*

- Incluir los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix contruidos.
- Comparaciones claras de la estabilidad de los diferentes estados de oxidación del hierro en diferentes condiciones.

- Paso 6: Presentación. Los grupos presentan sus resultados frente a la clase.

- Cada grupo debe estar preparado para responder preguntas de sus compañeros y del profesor.

5. Reflexión y Discusión (30 minutos)

- Paso 7: Discusión General. Se realiza una discusión abierta donde se comparan las explicaciones de los diferentes grupos.

- Identificación de puntos fuertes y áreas de mejora en cada presentación.
- Reflexión sobre la importancia de los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix en la predicción de la reactividad y estabilidad de los metales.

- Paso 8: Conclusiones. El profesor resume las conclusiones clave, destacando cómo los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix pueden ser utilizados en la práctica para predecir la estabilidad de los metales en diferentes condiciones.

Resultados Esperados

- Comprensión profunda de los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix y su aplicación práctica.
- Habilidad para investigar y analizar información química de manera efectiva.
- Desarrollo de habilidades de trabajo en equipo, comunicación y presentación.
- Capacidad para aplicar conocimientos teóricos a problemas prácticos.

Evaluación

- Participación en el Grupo: Evaluación del trabajo en equipo y la contribución individual (20%).
- Calidad de la Presentación: Claridad, precisión y profundidad de la explicación presentada (40%).
- Resolución del Problema: Corrección y coherencia de las soluciones propuestas (40%).

Bibliografía

1. Atkins, P., Jones, L. "Química: Principios y Reacciones".
2. Housecroft, C. E., Sharpe, A. G. "Inorganic Chemistry".
3. McMurry, J. "Química Orgánica".
4. Latimer, W.M. "Oxidation States of the Elements and Their Potentials in Aqueous Solutions".
5. Pourbaix, M. "Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions".

Esta actividad fomenta la participación activa de los estudiantes, desarrolla sus habilidades de resolución de problemas y les proporciona una comprensión profunda de los diagramas de Latimer, Frost y Pourbaix y su relevancia en los procesos de oxidación-reducción.

Actividad 2: Creación de un diálogo entre el estudiante y un científico reconocido

A través de la formulación de una petición apropiada, el estudiante puede solicitar a la herramienta ChatGPT que actúe como un determinado personaje científico, en este caso del área de la química inorgánica, para interactuar con él/ella. Así, el alumno puede plantearle cuestiones generales y concretas acerca de aspectos específicos del programa de contenidos de la asignatura en cuestión. En resumen, mediante esta actividad es posible emplear la inteligencia artificial como una especie de «oponente socrático» con el objetivo de desarrollar ideas y conceptos de complejidad creciente. Asimismo, el estudiante puede repasar, e incluso ampliar, determinados contenidos propios de la materia a través de una experiencia interactiva e inmersiva. Los ejemplos expuestos a continuación hacen uso del diálogo con los científicos Erwin Schrödinger y Linus Pauling para repasar y reforzar contenidos relativos al modelo atómico ondulatorio y al enlace covalente, respectivamente.

Actividad 2.1: Creación de un diálogo entre el estudiante y Erwin Schrödinger

Petición o prompt formulada: *«Soy estudiante de la asignatura "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia. ¿Podrías actuar como Erwin Schrödinger y dialogar conmigo sobre ciertos aspectos y cuestiones relativos al modelo ondulatorio del átomo?»*

Respuesta de ChatGPT:

¡Por supuesto! Asumiré el papel de Erwin Schrödinger para dialogar contigo sobre el modelo ondulatorio del átomo. ¿Cuál es tu primera pregunta o aspecto que te gustaría discutir?

Estudiante:

Profesor Schrödinger, ¿podría explicarme qué es el modelo ondulatorio del átomo y en qué se diferencia de los modelos anteriores?

Schrödinger:

¡Claro! El modelo ondulatorio del átomo, que propuse en 1926, describe a los electrones no como partículas puntuales, sino como ondas. Este modelo se basa en la mecánica cuántica y utiliza ecuaciones de onda para describir la probabilidad de encontrar un electrón en un determinado espacio alrededor del núcleo.

A diferencia del modelo de Bohr, que postulaba órbitas circulares fijas para los electrones, mi modelo considera que los electrones se comportan como ondas estacionarias. Esto significa que no tienen una trayectoria definida, sino que se encuentran en regiones del espacio denominadas orbitales, donde la probabilidad de encontrar al electrón es mayor.

Estudiante:

¿Podría explicar un poco más sobre esas "ondas estacionarias" y qué papel juegan en el modelo?

Schrödinger:

Por supuesto. Las ondas estacionarias son soluciones específicas de la ecuación de onda que desarrollé, conocida como la ecuación de Schrödinger. Estas soluciones describen las funciones de onda de los electrones, que representan la probabilidad de encontrar un electrón en una determinada región alrededor del núcleo.

Cada función de onda, u orbital, tiene una forma y energía específicas, determinadas por tres números cuánticos: el número cuántico principal (n), el número cuántico del momento angular (l) y el número cuántico magnético (m_l). Estos números cuánticos determinan el tamaño, la forma y la orientación del orbital en el espacio.

Las ondas estacionarias permiten que los electrones existan en estos orbitales sin perder energía, a diferencia del modelo clásico donde las partículas cargadas en movimiento continuo perderían energía y colapsarían en el núcleo.

Petición o prompt formulada: «Profesor Schrödinger, ¿cómo se define el hamiltoniano de la ecuación de onda y cuál es su significado? Por favor, proporciona una explicación sintética sin demasiado formalismo matemático.»

Por supuesto, estaré encantado de explicártelo de manera sencilla.

Definición del Hamiltoniano

El Hamiltoniano en la ecuación de onda es un operador que representa la energía total de un sistema cuántico. En el contexto de la ecuación de Schrödinger, el Hamiltoniano incluye tanto la energía cinética como la energía potencial del electrón en el átomo.

Componentes del Hamiltoniano

1. **Energía Cinética:** representa la energía debida al movimiento del electrón. En términos simples, es similar a cómo en la física clásica la energía cinética depende de la masa y la velocidad de una partícula.
2. **Energía Potencial:** representa la energía debida a la posición del electrón en el campo eléctrico del núcleo. En el caso de un átomo, esta energía potencial es la atracción electrostática entre el electrón y el núcleo cargado positivamente.

Significado del Hamiltoniano

El Hamiltoniano actúa sobre la función de onda ψ para determinar cómo cambia con el tiempo y describe el estado energético del sistema cuántico. Al resolver la ecuación de Schrödinger con un Hamiltoniano específico, obtenemos la función de onda y los niveles de energía posibles para el electrón en el átomo.

Analogía Sencilla

Puedes pensar en el Hamiltoniano como un "reloj" de energía para el sistema. En la mecánica clásica, la energía total de un objeto en movimiento se calcula sumando su energía cinética y potencial. De manera similar, en mecánica cuántica, el Hamiltoniano realiza una operación matemática sobre la función de onda para darnos la energía total del sistema, pero considerando la naturaleza ondulatoria y probabilística de las partículas subatómicas.

Resumen

El Hamiltoniano es un operador que encapsula toda la información sobre la energía de un sistema cuántico, incluyendo tanto la energía cinética como la potencial. Al aplicarlo a la función de onda en la ecuación de Schrödinger, podemos determinar los estados permitidos y las energías del sistema, proporcionando una descripción completa del comportamiento del electrón en el átomo.

Actividad 2.2: Creación de un diálogo entre el estudiante y Linus Pauling

Petición o prompt formulada: «Soy estudiante de la asignatura "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia. ¿Podrías actuar como el químico Linus Pauling y dialogar conmigo sobre ciertos aspectos y cuestiones relativos a la teoría de enlace de valencia?»

Respuesta de ChatGPT:

¡Por supuesto! Puedes llamarme Linus. La teoría del enlace de valencia es un tema fascinante y fundamental para entender cómo se forman los enlaces químicos en las moléculas. Estoy aquí para responder tus preguntas y dialogar contigo sobre este tema.

Introducción a la Teoría de Enlace de Valencia

La teoría de enlace de valencia (TEV) se centra en cómo los átomos comparten electrones para formar enlaces covalentes. Esta teoría utiliza el concepto de orbitales atómicos y su hibridación para explicar la geometría y la fuerza de los enlaces en las moléculas.

Estudiante:

Profesor Pauling, ¿qué es la teoría de enlace de valencia?

Linus Pauling:

La teoría de enlace de valencia explica cómo los átomos se unen para formar moléculas a través de la superposición de sus orbitales atómicos. En esta teoría, un enlace covalente se forma cuando dos átomos comparten un par de electrones. Cada electrón del par proviene de un orbital atómico de cada uno de los átomos enlazados.

Estudiante:

¿Cómo se forman los enlaces covalentes según la teoría de enlace de valencia?

Linus Pauling:

Según la teoría de enlace de valencia, un enlace covalente se forma por la superposición de orbitales atómicos de dos átomos. Cuando dos orbitales atómicos se superponen, los electrones en estos orbitales pueden ser compartidos por ambos átomos, creando un enlace que mantiene unidos a los átomos. La fuerza del enlace depende del grado de superposición de los orbitales; cuanto mayor es la superposición, más fuerte es el enlace.

Estudiante:

¿Qué son los orbitales híbridos y cómo se relacionan con la teoría de enlace de valencia?

Linus Pauling:

Los orbitales híbridos son combinaciones de orbitales atómicos puros (como s y p) que se mezclan para formar nuevos orbitales equivalentes en energía y forma. Este concepto es fundamental para explicar la geometría de las moléculas. Por ejemplo:

- En el metano (CH_4), el carbono forma cuatro enlaces equivalentes con los hidrógenos. Esto se explica mediante la hibridación sp^3 , donde un orbital s se combina con tres orbitales p para formar cuatro orbitales híbridos sp^3 .
- En el eteno (C_2H_4), el carbono forma enlaces con una hibridación sp^2 , resultando en una geometría trigonal plana.
- En el etino (C_2H_2), el carbono utiliza hibridación sp , resultando en una geometría lineal.

Estudiante:

¿Cómo explica la teoría de enlace de valencia la geometría de las moléculas?

Linus Pauling:

La teoría de enlace de valencia explica la geometría de las moléculas a través de la hibridación de orbitales atómicos. La hibridación determina la disposición espacial de los orbitales híbridos y, por lo tanto, la geometría de los enlaces en la molécula.

- Hibridación sp^3 : Forma tetraédrica, con ángulos de enlace de aproximadamente 109.5° .
- Hibridación sp^2 : Forma trigonal plana, con ángulos de enlace de aproximadamente 120° .
- Hibridación sp : Forma lineal, con ángulos de enlace de 180° .

Estudiante:

¿Qué son los enlaces sigma y pi en la teoría de enlace de valencia?

Linus Pauling:

En la teoría de enlace de valencia, los enlaces sigma (σ) y pi (π) describen diferentes tipos de superposición de orbitales:

- Enlace sigma (σ): Se forma por la superposición frontal de dos orbitales atómicos a lo largo del eje que conecta los dos núcleos atómicos. Los enlaces sigma son fuertes y permiten la libre rotación de los átomos alrededor del eje del enlace.
- Enlace pi (π): Se forma por la superposición lateral de dos orbitales p paralelos. Los enlaces pi son más débiles que los enlaces sigma y restringen la rotación alrededor del eje del enlace debido a su naturaleza lateral.

En una molécula con enlaces múltiples, como el eteno (C_2H_4), el enlace doble se compone de un enlace sigma y un enlace pi.

Estudiante:

¿Cómo se puede usar la teoría de enlace de valencia para predecir las propiedades de una molécula?

Linus Pauling:

La teoría de enlace de valencia puede usarse para predecir varias propiedades de una molécula, incluyendo su geometría, polaridad y reactividad:

- Geometría: La hibridación de los orbitales de los átomos centrales determina la geometría de la molécula.

- *Polaridad: La distribución de electrones en los enlaces y la geometría molecular ayudan a determinar si una molécula es polar o no.*
- *Reactividad: Los tipos de orbitales involucrados en los enlaces (sigma o pi) y la disposición de los electrones en estos orbitales pueden predecir cómo reaccionará una molécula con otras.*

Actividad 3: Diseño de una práctica de laboratorio sobre química de coordinación

Petición o prompt formulada: «Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica e imparto la asignatura "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia. ¿Podrías plantear el desarrollo de una práctica de laboratorio sobre contenidos básicos de química de coordinación, entre los que se incluyan formulación, nomenclatura, isomería, teorías de enlace y serie espectroquímica de ligandos? Por favor, proporciona el resultado en forma de índice, con los pasos detallados a realizar y qué resultados ofrecer en cada uno de ellos.»

Respuesta de ChatGPT:

Práctica de Laboratorio: Introducción a la Química de Coordinación

Objetivos

- *Comprender y aplicar la formulación y nomenclatura de complejos de coordinación.*
- *Explorar la isomería en complejos de coordinación.*
- *Aplicar teorías de enlace para explicar la formación de complejos.*
- *Analizar la serie espectroquímica de ligandos y su influencia en los complejos de coordinación.*

Índice de la Práctica

1. Introducción y Fundamentos Teóricos (20 minutos)

- 1.1. Definición de complejos de coordinación.*
- 1.2. Nomenclatura y formulación de compuestos de coordinación.*
- 1.3. Isomería en complejos de coordinación: geométrica y óptica.*
- 1.4. Teorías de enlace: teoría del campo cristalino (TCC) y teoría del enlace de valencia (TEV).*
- 1.5. Serie espectroquímica de ligandos.*

2. Materiales y Reactivos

- *Sales metálicas (por ejemplo, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).*
- *Ligandos (por ejemplo, amoníaco, etilendiamina, cloruro, cianuro).*
- *Vidriería de laboratorio (matraces Erlenmeyer, vasos de precipitados, probetas).*
- *Equipo de medición (balanza analítica, espectrofotómetro).*

3. Procedimiento Experimental

Paso 1: Preparación de Complejos de Coordinación (50 minutos)

3.1. Preparación del complejo de $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$:

- Disolver 2 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 50 mL de agua destilada.
- Añadir amoníaco concentrado gota a gota hasta que la disolución adquiera un color azul intenso.
- Filtrar si es necesario y recoger el complejo obtenido.
- Resultados esperados: formación de un complejo azul oscuro.

3.2. Preparación del complejo de $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$:

- Disolver 2 g de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en 50 mL de agua destilada.
- Añadir etilendiamina (en) lentamente hasta que se forme un complejo de color característico.
- Filtrar si es necesario y recoger el complejo obtenido.
- Resultados esperados: formación de un complejo de color púrpura o rosa.

Paso 2: Formulación y Nomenclatura (30 minutos)

3.3. Escribir la fórmula y el nombre de los complejos obtenidos:

- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$: Tetraaminacobre(II) sulfato.
- $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$: Tris(etilendiamina)cobalto(III) cloruro.
- Resultados esperados: comprensión y correcta formulación de los complejos.

Paso 3: Estudio de la Isomería (40 minutos)

3.4. Isomería en complejos de coordinación:

- Preparar un complejo que exhiba isomería geométrica, como $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$.
- Dibujar las posibles estructuras geométricas (cis y trans).
- Discutir ejemplos de isomería óptica si el tiempo lo permite, utilizando modelos moleculares.
- Resultados esperados: identificación y comprensión de la isomería en complejos.

Paso 4: Análisis de Espectros de Absorción (50 minutos)

3.5. Medición del espectro de absorción:

- Preparar disoluciones diluidas de los complejos obtenidos.
- Medir el espectro de absorción de cada disolución utilizando un espectrofotómetro.
- Registrar los máximos de absorción.
- Resultados esperados: gráficas de absorción versus longitud de onda, con picos característicos para cada complejo.

3.6. Análisis de la serie espectroquímica de ligandos:

- Comparar los resultados de absorción obtenidos con la serie espectroquímica conocida.

- *Discutir cómo la naturaleza del ligando afecta la energía de división del campo cristalino y, por ende, el color del complejo.*

- *Resultados esperados: comprensión de la relación entre los ligandos y el comportamiento espectral de los complejos.*

Paso 5: Discusión de Resultados (40 minutos)

3.7. Interpretación utilizando teorías de enlace:

- *Aplicar la teoría del campo cristalino para explicar los resultados obtenidos.*

- *Comparar con la teoría del enlace de valencia y discutir las diferencias.*

- *Resultados esperados: capacidad para explicar la formación y propiedades de los complejos utilizando diferentes teorías de enlace.*

Paso 6: Conclusiones y Reporte (30 minutos)

3.8. Conclusiones:

- *Resumir los hallazgos clave de la práctica.*

- *Reflexionar sobre la importancia de la química de coordinación en el contexto de la farmacia y otras áreas aplicadas.*

- *Resultados esperados: comprensión integral de los conceptos de química de coordinación y su aplicación.*

3.9. Elaboración del reporte de laboratorio:

- *Incluir introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones.*

- *Presentar gráficos y tablas con los datos obtenidos.*

- *Resultados esperados: reporte bien estructurado y detallado, con análisis crítico de los resultados obtenidos.*

Bibliografía

- *Atkins, P., Jones, L. "Química: Principios y Reacciones".*

- *Shriver, D. F., Atkins, P. W. "Inorganic Chemistry".*

- *Housecroft, C. E., Sharpe, A. G. "Inorganic Chemistry".*

- *Cotton, F. A., Wilkinson, G. "Advanced Inorganic Chemistry".*

Este índice proporciona una estructura clara y detallada para la práctica de laboratorio, asegurando que los estudiantes adquieran conocimientos fundamentales sobre la química de coordinación y su aplicación.

En este punto, es importante señalar que cada profesor fue responsable de analizar, revisar y evaluar cuidadosamente las diferentes actividades propuestas por la inteligencia artificial como respuesta a sus peticiones concretas. De hecho, fue habitual que las respuestas proporcionadas por ChatGPT contuvieran errores, fueran imprecisas o

sesgadas. Por último, algunas de las actividades diseñadas con ayuda de la herramienta han sido incorporadas por el profesorado a su práctica docente durante el curso 2023-2024.

Bloque 3: Tareas relacionadas con la mejora de los instrumentos de evaluación y la creación de otros alternativos. Responsable: María Soledad San Román Vicente

El tercer y último bloque de tareas del proyecto consistió en emplear ChatGPT para, por un lado, mejorar los instrumentos de evaluación establecidos inicialmente en la guía académica de cada asignatura y, por otro, proponer nuevos criterios alternativos a los anteriores, que supongan una mejora significativa. Para ello, el docente responsable de cada materia proporcionó a la herramienta la información necesaria y precisa para evaluar una determinada actividad o prueba, y la herramienta devolvió su respuesta en forma de una rúbrica de evaluación. Además, la inteligencia artificial también se empleó para diseñar distintos instrumentos de evaluación, como cuestionarios de opción múltiple, problemas numéricos, preguntas de respuesta corta o estudios de caso.

A continuación, se exponen dos ejemplos concretos de estas tareas para la asignatura «Química General e Inorgánica» del Grado en Farmacia. El primero de ellos se trata de una rúbrica específica para evaluar el informe elaborado por los estudiantes sobre la práctica de química de coordinación detallada con anterioridad en esta misma memoria. Por su parte, el segundo ejemplo se refiere a un problema numérico sobre contenidos relacionados con el enlace iónico, que fue incorporado como pregunta en el examen de la asignatura correspondiente a la convocatoria extraordinaria del curso 2023-2024.

Ejemplo 1: Diseño de una rúbrica de evaluación

Petición o prompt formulada: *«Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica e imparto la asignatura "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia. ¿Podrías crear una rúbrica de evaluación para el informe de la práctica de laboratorio sobre contenidos básicos de química de coordinación planteada anteriormente? Por favor, proporciona el resultado en forma de tabla.»*

Respuesta de ChatGPT:

Claro, a continuación te proporciono una rúbrica de evaluación para el informe de la práctica de laboratorio sobre contenidos básicos de química de coordinación. La rúbrica está diseñada para evaluar varios aspectos clave del informe, desde la formulación y nomenclatura hasta la discusión y presentación del informe.

Rúbrica de Evaluación para el Informe de la Práctica de Laboratorio sobre Química de Coordinación

Criterio	Excelente (4)	Bueno (3)	Satisfactorio (2)	Necesita Mejorar (1)	No Aceptable (0)
Introducción y Objetivos	Claramente define los objetivos de la práctica y proporciona un contexto detallado y relevante.	Define los objetivos y proporciona un contexto adecuado.	Define los objetivos, pero el contexto es limitado.	Los objetivos no están claros y el contexto es deficiente.	No se incluyen los objetivos ni el contexto.
Formulación y Nomenclatura	Uso correcto y preciso de la formulación y nomenclatura de los complejos de	Uso correcto de la formulación y nomenclatura con algunos errores menores.	Uso adecuado de la formulación y nomenclatura, pero con varios errores.	Uso incorrecto de la formulación y nomenclatura, muchos errores.	No se aborda la formulación y nomenclatura.

	coordinación. Sin errores.				
Isomería	Explicación detallada y correcta de los tipos de isomería observados, con ejemplos precisos.	Explicación correcta de los tipos de isomería observados con algunos ejemplos.	Explicación básica de los tipos de isomería, con ejemplos limitados.	Explicación incorrecta o incompleta de la isomería, con pocos o ningún ejemplo.	No se aborda la isomería.
Teorías de Enlace	Explicación detallada y correcta de las teorías de enlace aplicables, incluyendo la teoría del campo cristalino y la teoría del enlace de valencia.	Explicación correcta de las teorías de enlace con algunos errores menores.	Explicación básica de las teorías de enlace, con errores.	Explicación incorrecta o incompleta de las teorías de enlace.	No se abordan las teorías de enlace.
Serie Espectroquímica de Ligandos	Explicación clara y correcta de la serie espectroquímica, con ejemplos relevantes y precisos.	Explicación adecuada de la serie espectroquímica, con algunos ejemplos.	Explicación básica de la serie espectroquímica, con ejemplos limitados.	Explicación incorrecta o incompleta de la serie espectroquímica, con pocos o ningún ejemplo.	No se aborda la serie espectroquímica.
Resultados y Análisis de Datos	Presentación clara y precisa de los resultados, con un análisis detallado y bien razonado.	Presentación adecuada de los resultados, con un análisis razonable.	Presentación básica de los resultados, con análisis limitado.	Presentación incorrecta o incompleta de los resultados, con análisis deficiente.	No se presentan resultados ni análisis.
Discusión	Discusión detallada y bien razonada de los resultados, conectándolos con la teoría.	Discusión adecuada de los resultados, con una conexión razonable con la teoría.	Discusión básica de los resultados, con una conexión limitada con la teoría.	Discusión deficiente de los resultados, con poca o ninguna conexión con la teoría.	No se incluye una discusión.
Conclusiones	Conclusiones claras y bien fundamentadas, que reflejan los objetivos y resultados de la práctica.	Conclusiones adecuadas, que reflejan en gran medida los objetivos y resultados de la práctica.	Conclusiones básicas, con una reflexión limitada sobre los objetivos y resultados.	Conclusiones incorrectas o incompletas, con poca relación con los objetivos y resultados.	No se incluyen conclusiones.
Presentación y Formato	Informe bien estructurado, sin errores gramaticales ni ortográficos, y siguiendo todas las normas de formato.	Informe adecuadamente estructurado, con pocos errores gramaticales y ortográficos, siguiendo las normas de formato.	Informe básico con varios errores gramaticales y ortográficos, siguiendo parcialmente las normas de formato.	Informe mal estructurado, con muchos errores gramaticales y ortográficos, y sin seguir las normas de formato.	Informe sin estructura, con errores significativos y sin seguir ninguna norma de formato.
Referencias Bibliográficas	Uso correcto y completo de referencias bibliográficas,	Uso adecuado de referencias, con algunos errores	Uso básico de referencias, con varios errores en el formato.	Uso incorrecto o incompleto de referencias, con	No se incluyen referencias

	siguiendo el formato adecuado.	menores en el formato.		muchos errores en el formato.	
--	--------------------------------	------------------------	--	-------------------------------	--

Puntaje Total: ____ / 40

Instrucciones de Evaluación:

- Excelente (4 puntos): Demuestra un dominio completo y detallado del criterio evaluado.
- Bueno (3 puntos): Demuestra un entendimiento sólido del criterio, con algunos errores menores.
- Satisfactorio (2 puntos): Demuestra un entendimiento básico del criterio, con varios errores.
- Necesita Mejorar (1 punto): Demuestra un entendimiento limitado y presenta muchos errores.
- No Aceptable (0 puntos): No cumple con el criterio evaluado.

Ejemplo 2: Diseño de un problema numérico para su incorporación en un examen

Petición o prompt formulada: «Soy profesor universitario del área de conocimiento de química inorgánica e imparto la asignatura "Química General e Inorgánica", perteneciente al primer curso del plan de estudios del Grado en Farmacia. ¿Podrías diseñar un ejercicio numérico para un examen de la asignatura sobre contenidos relativos al enlace iónico? El ejercicio debe solicitar el cálculo de la densidad de un compuesto con estructura tipo cloruro de cesio a partir de parámetros como los radios iónicos y las masas atómicas.»

Respuesta de ChatGPT:

Por supuesto, aquí tienes un ejercicio numérico para un examen de la asignatura "Química General e Inorgánica" sobre el cálculo de la densidad de un compuesto con estructura tipo cloruro de cesio, utilizando cloruro de amonio (NH_4Cl) como ejemplo.

Ejercicio:

El catión amonio se puede considerar aproximadamente esférico, con un radio de 154 pm. Por su parte, el radio del anión cloruro es de 181 pm. Estime un valor para la densidad del sólido cristalino cloruro de amonio. Datos: $M(\text{hidrógeno}) = 1,008 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{nitrógeno}) = 14,007 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{cloro}) = 35,45 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $N_A = 6,023\cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.