

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas  
Facultad de Humanidades y Ciencias



Tesis para la obtención del Grado Académico de  
Doctor en Educación en Ciencias Experimentales

**Enseñanza *in silico*: una herramienta para ayudar a la  
construcción del pensamiento abstracto en la enseñanza de la  
química en niveles universitarios iniciales**

Autor: Mg. Juan Pablo Sánchez

Directora: Dra. Paola Quaino

Co-Directora: Dra. Julia Bernik

Lugar de realización:

Instituto de Química Aplicada del Litoral (CONICET-UNL)

Facultad de Ingeniería Química - UNL

2025

---

## Listado de publicaciones

---

**2025** - *Artículo* - Modelado molecular para la enseñanza de conceptos abstractos en Química General del nivel universitario - Revista Educación en la Química - Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA) - Autores: **Juan Pablo Sánchez**, Julia Bernik, Paola Quaino

**2024** - *Artículo* - Actividad lúdico-interactiva para la enseñanza universitaria del desempeño en un laboratorio de química - Actas de las XIII Jornadas Nacionales y X Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica: JEQUSSST 2024 - Asociación Química Argentina (División Educación) - Autores: **Juan Pablo Sánchez**, Gustavo Belletti, Paola Quaino

**2024** - *Artículo* - Configuraciones de cátedra: imbricaciones y efectos. Análisis desde los decires docentes en marco de un estudio en desarrollo - Actas 3<sup>o</sup> Congreso Internacional de Ciencias Humanas - Laboratorio de Investigación en Ciencias Humanas-LICH - Autores: Julia Bernik, Susana Valentinuz, Cecilia Odetti, **Juan Pablo Sánchez**, Milagros Sosa Sállico

**2023** - *Artículo* - Apuestas y controversias: perspectivas de académicas y académicos sobre sus prácticas docentes. Avances de un trabajo de indagación - Trayectorias y desafíos a 40 años de la recuperación democrática: libro de trabajos completos del VI Congreso Nacional de Problemáticas Sociales Contemporáneas - Universidad Nacional del Litoral - Autores: Julia Bernik, Susana Valentinuz, Milagros Sosa Sállico, Cecilia Odetti, **Juan Pablo Sánchez**

**2021** - *Artículo breve* - Nuevas aproximaciones para la enseñanza de la química universitaria en contexto de virtualidad: taller de evaluación por pares - Terceras Jornadas de divulgación de experiencias de docencia, extensión e investigación educativa de la FHUC-UNL - Ediciones UNL - Autores: **Juan Pablo Sánchez**, Gustavo Belletti

**2021** - *Capítulo de Libro* - «La lupa tecnológica: repensando el rol de las TIC en las clases de Química universitaria» en «La clase en la universidad pública. Tramas, dilemas y algo más que buenas intenciones» - Ediciones UNL - ISBN: 978-987-749-283-5 - Autores: Paola Quaino, **Juan Pablo Sánchez**

**2021** - *Artículo* - La virtualidad en retrospectiva: reflexiones sobre el cursado virtual de química en el primer año de universidad en condiciones de aislamiento social - Revista Educación en la Química - Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA) - Autores: **Juan Pablo Sánchez**, Gustavo Belletti, Paola Quaino

---

## Índice general

---

<b>Abreviaturas y Símbolos</b>	<b>4</b>
<b>Resumen (en español)</b>	<b>5</b>
<b>Resumen (en inglés) - Abstract</b>	<b>6</b>
<b>1. Introducción y Marco Teórico</b>	<b>7</b>
1. La química y sus niveles de representación . . . . .	7
2. Enseñanza <i>in silico</i> . . . . .	11
3. Consideraciones respecto a la Inteligencia Artificial . . . . .	19
4. Pandemia de COVID-19 . . . . .	20
<b>2. Objetivos</b>	<b>25</b>
1. Objetivos Generales . . . . .	25
2. Objetivos Específicos . . . . .	25
<b>3. Metodología</b>	<b>26</b>
1. Introducción . . . . .	26
2. Objeto y sujetos de estudio . . . . .	28
3. Estudios preliminares . . . . .	29
4. Propuesta didáctica . . . . .	32
5. Evaluación de la propuesta didáctica: pretest y postest . . . . .	35
<b>4. Resultados</b>	<b>39</b>
1. Encuestas de evaluación de cátedra . . . . .	39
2. Respuestas de las encuestas iniciales . . . . .	41
3. Puntajes pretest y postest . . . . .	42
<b>5. Reflexiones y Conclusiones</b>	<b>58</b>
1. Reflexiones . . . . .	58
2. Conclusiones y Proyecciones . . . . .	59
3. Palabras finales . . . . .	60
<b>Bibliografía</b>	<b>61</b>
<b>Anexo</b>	<b>65</b>

---

## Abreviaturas y Símbolos

---

- **ASPO**: Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio
- **AV**: Aula virtual
- **EV**: Entorno virtual
- **FIQ**: Facultad de Ingeniería Química
- **GCTC**: Grupo de Química Teórica y Computacional
- **IA**: Inteligencia Artificial
- **IQAL**: Instituto de Química Aplicada del Litoral
- **LF**: Licenciatura en Física
- **LLM**: Large Language Models
- **LQ**: Licenciatura en Química
- **PQ**: Profesorado en Química
- **QA**: Químico Analista
- **TIC**: Tecnologías de la información y la comunicación
- **UNL**: Universidad Nacional del Litoral

---

## Resumen (en español)

---

La enseñanza de la química a nivel universitario enfrenta el desafío de desarrollar el pensamiento abstracto en estudiantes, particularmente en temas como estructura electrónica y geometría molecular, que requieren integrar representaciones macroscópicas, microscópicas y simbólicas. Estos conceptos, tradicionalmente abordados desde enfoques teóricos, presentan dificultades de comprensión. Esta tesis investiga cómo las herramientas computacionales (*in silico*) pueden optimizar este proceso mediante la distribución de carga cognitiva y la visualización interactiva de conceptos complejos.

El estudio empleó metodología de investigación-acción en la asignatura Química General de carreras científicas. Se implementó una secuencia didáctica basada en modelado molecular, evaluada mediante encuestas, pruebas pretest-postest y análisis cualitativos en distintos semestres entre los años 2018 y 2024. El período pandémico permitió adaptar la propuesta a entornos virtuales, evidenciando su versatilidad pedagógica.

Los resultados demuestran mejoras significativas en la comprensión de conceptos abstractos, especialmente en orbitales moleculares. La enseñanza *in silico* emerge como estrategia efectiva cuando se integra curricularmente, no solo facilitando el aprendizaje sino también desarrollando competencias digitales profesionales. Futuras líneas deberían explorar aplicaciones de inteligencia artificial y extender esta metodología a otros dominios conceptuales de química.

---

## Resumen (en inglés) - Abstract

---

University-level chemistry education faces the challenge of developing students' abstract thinking, particularly regarding topics like electronic structure and molecular geometry, which require integrating macroscopic, microscopic, and symbolic representations. These concepts, traditionally taught through theoretical approaches, present significant comprehension difficulties. This thesis investigates how computational tools (*in silico*) can optimize this learning process through cognitive load distribution and interactive visualization of complex concepts.

The study employed action research methodology in General Chemistry courses for science majors. A didactic sequence based on molecular modeling was implemented and evaluated through surveys, pretest-posttest assessments, and qualitative analyses across various semesters between 2018 and 2024. The pandemic period enabled adaptation to virtual environments, demonstrating the approach's pedagogical versatility.

Results show significant improvements in understanding abstract concepts, particularly molecular orbitals. *In silico* teaching emerges as an effective strategy when properly integrated into curricula, not only facilitating learning but also developing professional digital competencies. Future research should explore artificial intelligence applications and extend this methodology to other conceptual domains in chemistry.

### Introducción y Marco Teórico

---

#### 1. La química y sus niveles de representación

La química como disciplina científica, al igual que el resto de ciencias naturales, siempre se ha consolidado como una ciencia principalmente experimental, con un enfoque predominante en lo fenomenológico (Chamizo y Garritz, 2014). Generalmente los fenómenos que estudia la química se observan y se miden, lo que permite luego que sean explicados a través de teorías y modelos. Esto es así ya que la evidencia experimental permite validar o ajustar dichos conceptos teóricos, fortaleciendo así el conocimiento científico adquirido, esto constituye uno de los pilares fundamentales de las ciencias experimentales.

El conjunto de teorías y modelos que explican los fenómenos observados en la disciplina química han evolucionado significativamente a lo largo de la historia. Desde los primeros planteamientos en la antigua Grecia, pasando por el atomismo y llegando a los modelos atómicos contemporáneos, la comprensión de la estructura de la materia ha experimentado transformaciones profundas siendo todos ellos parte de la historia de la química y su constitución como disciplina científica. Entre las teorías más influyentes en la actualidad se encuentra la teoría atómica moderna desarrollada por Schrödinger, la cual, basada en principios de la mecánica cuántica, permitió perfeccionar los modelos previos y redefinir la forma en que se comprende la constitución de la materia (Ebbing y Gammon, 2007).

La incorporación de modelos teóricos en la química —como disciplina científica—, especialmente aquellos basados en la mecánica cuántica, ha llevado a transformar también el enfoque de los cursos de química a lo largo de la historia, impulsando una modernización en las currículas y los planes de estudio. Tradicionalmente, las clases de química se centraban predominantemente en un enfoque empírico, orientado al estudio de fenómenos observables, como reacciones químicas y procesos fisicoquímicos. Sin embargo, en la actualidad, las teorías y modelos que explican estos fenómenos han adquirido un papel protagónico. Esta evolución ha llevado a que los cursos de química prioricen la explicación teórica de los fenómenos por sobre la observación de estos, utilizando la experimentación en química como un anclaje a lo teórico y modélico (Chamizo y Garritz, 2014).

## Modelos atómicos

Históricamente, los modelos atómicos han surgido en respuesta a los resultados obtenidos en experimentos, permitiendo explicar los fenómenos observados dentro del contexto de sus respectivos descubrimientos. Entre todos ellos, el modelo atómico de Schrödinger, basado en los principios de la mecánica cuántica, es el más utilizado en la actualidad. Este modelo, a su vez, ha sido refinado con los aportes del modelo atómico de Dirac, que incorpora conceptos relativistas. Aunque estas formulaciones representan un avance significativo en la comprensión de la estructura de la materia, también introducen una notable complejidad matemática que exige un profundo entendimiento de conceptos avanzados de física y matemática:

«Las leyes fundamentales necesarias para la teoría matemática de una gran parte de la física y de toda la química son por tanto completamente conocidas, y la dificultad radica únicamente en que la aplicación exacta de estas leyes conduce a ecuaciones mecánico-cuánticas demasiado complejas para ser resolubles»<sup>1</sup>(Dirac, 1929, p. 714).

Dirac y otros físicos sostienen que los modelos fundamentados en la mecánica cuántica son suficientes para explicar tanto los fenómenos microscópicos de la química como algunos macroscópicos<sup>2</sup>. Sin embargo, la elevada complejidad matemática asociada a la resolución de las ecuaciones de Dirac y Schrödinger en sistemas químicos ha impulsado el surgimiento de nuevas ramas de la química, como la química cuántica, la química teórica y la química computacional. Estas disciplinas buscan desarrollar métodos que faciliten el tratamiento matemático y computacional de sistemas complejos. A pesar de estos avances, la resolución exacta de dichas ecuaciones no siempre es posible para todos los sistemas estudiados. Incluso en aquellos casos en que pueden ser resueltas, existen autores críticos que cuestionan la total suficiencia de los modelos cuánticos para explicar ciertos fenómenos:

«Cuando Dirac señaló que su fórmula explicaba la mayor parte de la física y toda la química, desde luego estaba exagerando. En principio, un físico teórico que utilice electrodinámica cuántica puede calcular el comportamiento de cualquier sistema químico en el que la estructura interna detallada de los núcleos atómicos no sea importante. [Pero:] para derivar propiedades químicas a partir de la teoría física fundamental, es necesario, por así decirlo, formular preguntas químicas»<sup>3</sup>(Gell-Mann, 1994, p. 109).

Se puede ver que en este sentido que Gell-Mann plantea que solo la resolución de las ecuaciones no puede dar una comprensión del sistema que se está estudiando, es decir, no solo el modelo

---

<sup>1</sup>Traducción del autor de «*The underlying laws necessary for the mathematical theory of a large part of physics and the whole of chemistry are thus completely known, and the difficulty is only that exact applications of these laws lead to quantum mechanical equations which are too complicated to be soluble*» .

<sup>2</sup>Los fenómenos macroscópicos describen propiedades observables a gran escala (como presión o temperatura), mientras que los microscópicos se refieren al comportamiento a nivel molecular o atómico. Para una discusión más detallada sobre conceptos de fisicoquímica y termodinámica estadística ver Atkins et al. (2023).

<sup>3</sup>Traducción del autor de: «*When Dirac remarked that his formula explained most of physics and the whole of chemistry of course he was exaggerating. In principle, a theoretical physicist using quantum electrodynamics can calculate the behaviour of any chemical system in which the detailed internal structure of atomic nuclei is not important. [But:] in order to derive chemical properties from fundamental physical theory, it is necessary, so to speak, to ask chemical questions*» .

matemático basta para entender la química del sistema, sino que es necesario hacer preguntas químicas. Este último tipo de preguntas están íntimamente relacionadas con la posibilidad de comenzar a pensar los sistemas de una manera química, o bien en otras palabras, establecer una intuición química<sup>4</sup>. Esta perspectiva desde la química para abordar los problemas, con fundamentos sólidos en la física, es una característica clave en la formación de químicos y profesionales del área ya que resulta primordial que puedan comprender los distintos sistemas que se les pueda presentar y saber hacer la preguntas adecuadas para resolver los problemas que se les presenten.

Incluso el físico Feynman en el desarrollo de su teoría, afirmó con ironía: «Puedo decir con seguridad que nadie entiende la mecánica cuántica»<sup>5</sup>(Feynman, 1985). El y varios otros físicos entienden que si bien el modelo es completo, la interpretación aún no siempre es clara y mucho menos intuitiva. Tanto que hasta el día de hoy se debate sobre las diversas interpretaciones que se le da a la mecánica cuántica dada su naturaleza probabilística, cuando vivimos en un mundo (macroscópico) aparentemente determinístico. En esta línea se puede ver que, si bien existen discrepancias dentro de la misma comunidad científica respecto a la o las interpretaciones de ecuaciones se trata de un desafío enorme a la hora de enseñar contenidos relacionados con estos conceptos ya que generalmente escapan a la intuición del mundo que nos rodea.

### Niveles de representación en la química

La química, como disciplina científica, requiere de un vínculo constante y profundo entre los fenómenos observables, manipulables y medibles—el ámbito fenomenológico—y los procesos subyacentes que ocurren a escalas diminutas e invisibles para el ojo humano. Esta conexión es fundamental para interpretar y comprender los resultados obtenidos en experimentos de laboratorio, así como para relacionarlos con los principios teóricos que gobiernan los sistemas químicos.

Para lograr esta correspondencia, es imprescindible establecer un puente entre las soluciones derivadas de las ecuaciones fundamentales de la mecánica cuántica y los fenómenos medibles en entornos experimentales. En este contexto, la química organiza sus estudios en distintos niveles de análisis, definidos tanto por su complejidad como por su escala de tamaño. Tradicionalmente, se distinguen dos dominios: el mundo macroscópico, referido a aquello que es observable directamente y se manifiesta en propiedades medibles como volumen, presión y temperatura; y el mundo microscópico<sup>6</sup>, que emerge de los modelos teóricos de la mecánica cuántica y representa la estructura y el comportamiento de átomos y moléculas.

La comprensión y la enseñanza de la química requieren una constante articulación entre estos dos niveles. La dificultad radica precisamente en la necesidad de traducir los conceptos abstractos y modelos matemáticos del mundo microscópico en interpretaciones claras y accesibles para los fenómenos observados experimentalmente. Esta comunicación bidireccional entre lo fenomenológico y lo modélico es clave para poder trasladar dichos conocimientos y poder así enseñar química y enseñar a entender la química.

---

<sup>4</sup>En el contexto de este tesis se referirá a *intuición química* como la capacidad de un químico o estudiante de química para comprender y predecir el comportamiento de las sustancias y las reacciones químicas sin necesidad de cálculos extensos o experimentos directos.

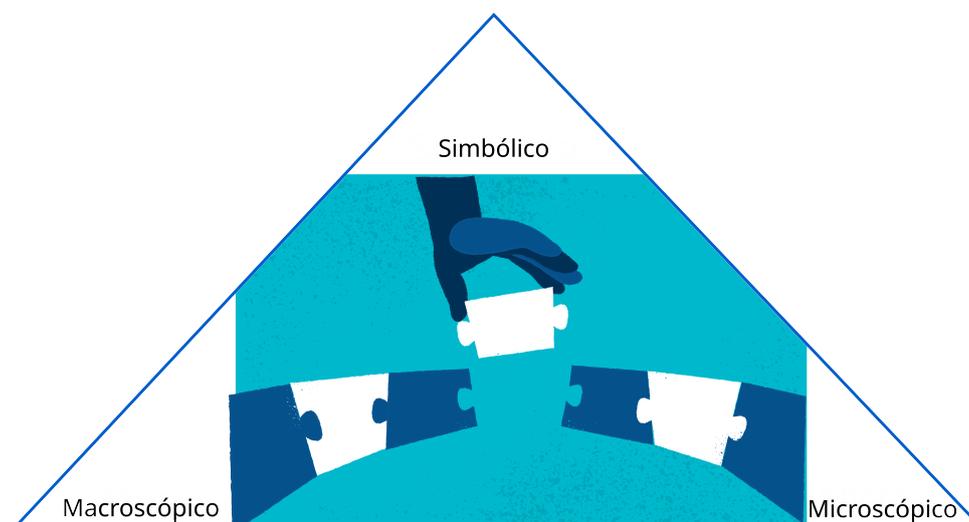
<sup>5</sup>Texto original en inglés: “*I can safely say that nobody understands quantum mechanics*”.

<sup>6</sup>Cabe aclarar que para consistencia en este escrito se utilizará el término macroscópico y microscópico según se utilizan en mecánica estadística y mecánica cuántica, ya que algunos autores de educación en química suelen usar el término macroscópico y submicroscópico.

La capacidad para transitar entre los distintos niveles de representación en química constituye un desafío cognitivo significativo para los estudiantes en todos los niveles educativos. Esta dificultad se origina en la complejidad inherente de comprender la naturaleza específica de cada nivel y sus interrelaciones de manera simultánea. En este sentido, resulta fundamental que los estudiantes desarrollen estructuras mentales sólidas que les permitan integrar y articular conceptos entre dichos niveles de representación. Este andamiaje conceptual exige una combinación robusta de procesos lógicos y abstractos, competencias que, en muchos casos, no son trabajadas de forma intensiva en los niveles educativos iniciales (primario y secundario). Sin embargo, su desarrollo se torna prioritario en las etapas superiores (no universitario y universitario), donde la formación científica demanda no solo la comprensión de los conceptos fundacionales de la disciplina, sino también la capacidad para construir y reconstruir dichos conceptos en distintos contextos y niveles de representación (Johnstone, 1991, 1997). En este marco, se identifican tres niveles de representación (Johnstone, 1982) interrelacionados que estructuran la enseñanza de la química: el macroscópico, que abarca los fenómenos observables; el microscópico (o submicroscópico), que representa la estructura atómica y molecular de la materia; y el simbólico, que emplea lenguaje abstracto (fórmulas, ecuaciones, modelos gráficos y notación especializada) para representar, interpretar y comunicar los fenómenos químicos en los otros dos niveles. Este modelo teórico ha sido ampliamente estudiado en el ámbito de la didáctica de las ciencias, y particularmente de la química (Gkitzia et al., 2020; Taber, 2013b; Talanquer, 2011).

En el contexto del presente trabajo, resulta relevante mencionar, que el nivel simbólico se conceptualiza como un puente articulador entre los niveles macroscópico y microscópico (esquematizado en la Figura 1). Es en este espacio donde las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) adquieren un papel relevante, al constituirse como herramientas poderosas para vehicular el lenguaje simbólico a través de representaciones gráficas. Estas representaciones, que pueden ser bidimensionales, tridimensionales, animadas y/o interactivas, facilitan el proceso de visualización y comprensión de conceptos complejos, promoviendo una mayor integración entre los distintos niveles de representación en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la química.

En el ámbito de la enseñanza de la química, ciertos temas han representado históricamente un desafío significativo para los estudiantes. Entre ellos, se destacan aquellos relacionados con la estructura electrónica y la geometría molecular, debido a la necesidad de manejar con solvencia los diferentes niveles de representación (R. B. Kozma y Russell, 1997). A esto se suma la dificultad de conectar dichos conceptos abstractos con experiencias concretas o fenómenos observables en la vida cotidiana (Treagust et al., 2018). Estas dificultades se manifiestan de manera transversal en todos los niveles educativos, aunque el presente trabajo se enfoca específicamente en el contexto de la enseñanza universitaria de la química. La razón principal de esta elección radica en que los conceptos mencionados constituyen pilares fundamentales para la comprensión de otros fenómenos químicos más complejos. No obstante, su aprendizaje presenta un alto grado de complejidad debido a la naturaleza de los principios físicos subyacentes—particularmente aquellos relacionados con la mecánica cuántica—y los modelos matemáticos que los describen. Este escenario plantea un desafío adicional en los procesos de transposición didáctica (Chevallard, 1985; Lamoureux y Ogilvie, 2021), ya que trasladar dichos conceptos al aula, especialmente en



**Figura 1.** Esquema del triángulo de Johnstone, adaptado del trabajo original para mostrar la interconexión entre los distintos niveles de representación en química. (Johnstone, 1982). (Modificado de Quaino y Sánchez, 2021).

cursos introductorios de química, implica un riesgo de distorsión conceptual si no se realiza de manera cuidadosa y sistemática. En este contexto, las TICs emergen como herramientas valiosas para facilitar la comprensión de estos conceptos complejos, siempre que su inclusión sea genuina y se integre en propuestas de enseñanza que prioricen y propicien su uso adecuado (Maggio, 2012, 2018). Estas tecnologías permiten representar de forma gráfica e interactiva conceptos difíciles de visualizar, favoreciendo una comprensión más profunda y significativa en los estudiantes, especialmente en aquellos que cursan el primer año de carreras de ciencia y tecnología.

Asimismo, es importante destacar que la formación de profesionales en química no solamente se trata de la adquisición de conocimientos teóricos, sino también al desarrollo de habilidades que les permitan moverse con fluidez entre los distintos niveles de representación. Esto es crucial para construir lo que se denomina intuición química, una competencia clave para interpretar y predecir fenómenos químicos. Adicionalmente, es necesario proporcionar a los estudiantes herramientas que promuevan su autonomía y les permitan continuar su formación más allá del ámbito académico formal de la educación superior. (R. Kozma y Russell, 2005)

## 2. Enseñanza *in silico*

El trabajo realizado para la presente tesis se ha dado en un contexto particular, ya que tanto el doctorando como todo el plantel docente de las asignaturas donde se desarrolló el trabajo de campo son parte del grupo de investigación de Química Teórica y Computacional del Instituto de Química Aplicada del Litoral (GQTC-IQAL). La química teórica y la química computacional son las ramas de la química que se dedican a desarrollar y utilizar modelos computacionales de sistemas químicos. Estos modelos computacionales pueden ayudar a la investigación de estos sistemas pudiendo ser adaptados a una gran cantidad de situaciones. Es bajo esta perspectiva que, contando con un capital humano experto en el manejo de herramientas informáticas especializadas en química, el equipo de dirección de esta tesis y el doctorando han concebido estas tecnologías como vehículos para la enseñanza de la disciplina.

Las herramientas informáticas para modelar sistemas químicos son fundamentales en el quehacer científico dentro del ámbito de la investigación en química. Estas tecnologías permiten no solo la resolución de complejos sistemas de ecuaciones matemáticas, sino también la comprensión y explicación de fenómenos químicos de manera profunda y detallada, más allá de los resultados numéricos obtenidos. En la actualidad, la resolución de estos modelos basados en la mecánica cuántica se realiza, en su gran mayoría, con el apoyo de computadoras, lo cual facilita el tratamiento del resultado de estos cálculos para predecir así estructuras moleculares, simulaciones de reacciones químicas y propiedades fisicoquímicas en diversas condiciones experimentales.

Es por esto que, basándose en la capacidad que tienen las herramientas de modelado computacional en la investigación científica para explicar y comunicar fenómenos es que dichas herramientas representan un puente entre la ciencia sabia (el conocimiento científico producido y validado en la comunidad académica) y la ciencia enseñada (el conocimiento adaptado y transmitido en contextos educativos) (Chevallard, 1985). La incorporación de estas tecnologías en el aula permite trasladar prácticas y representaciones propias de la actividad científica al proceso de enseñanza y al de aprendizaje, facilitando un acercamiento más auténtico y significativo a los conceptos y fenómenos químicos.

De este modo, el uso de herramientas informáticas no solo enriquece el aprendizaje—facilitando la creación de un puente entre los distintos niveles de representación de la química—, sino que además promueve en los estudiantes una comprensión más integrada y aplicada de los principios químicos, vinculando la formación académica con las prácticas contemporáneas de la investigación científica y tecnológica.

La tecnología de las computadoras actuales se basa en el silicio, ya que es el elemento sobre el que se construye la electrónica actual. Toda la modelización teórica (con su resolución numérica) y las representaciones (fijas, dinámicas y/o interactivas) que podamos observar en los monitores o interactuar mediante teclados, ratones u otros periféricos son resultado de cálculos realizados por el hardware de la computadora basada en silicio. Es por esto que la expresión *in silico* se refiere a la utilización de estas herramientas. Los modelos de la química que están siendo calculados en los procesadores de las computadoras y dibujados en sus monitores logran liberar y distribuir gran parte de la carga cognitiva. Según la teoría de Sweller (1988), este fenómeno de distribución de la carga cognitiva ocurre cuando recursos informáticos asumen procesos demandantes (cálculos cuánticos, renderizado 3D, simulaciones de dinámica molecular), liberando capacidad mental para que los estudiantes se centren en la interpretación conceptual y la transferencia del conocimiento. Estudios recientes (Duran et al., 2022; Hauck et al., 2021; Mayer, 2009) demuestran que esta distribución:

- **Reduce la sobrecarga mental** al externalizar representaciones complejas (ej: orbitales híbridos) que, en formato estático o matemático, exigirían un esfuerzo memorístico.
- **Favorece la construcción de modelos mentales precisos**, al integrar información visual, espacial y temporal en una misma interfaz.
- **Potencia la retención a largo plazo**, gracias a la codificación dual (visual-verbal) que activan estas herramientas .

Es finalmente por estos motivos que se toma el concepto de enseñanza *in silico* en este escrito como núcleo para pensar la enseñanza de la química en una época de crecimiento tecnológico exponencial así como también de hiperconectividad, lo que favorece el acceso a las últimas tecnologías por parte de gran parte de la población.

### Enseñanza *in silico*: Definición y marco conceptual

El término enseñanza *in silico* se propone en este trabajo como constructo aglutinador para describir los procesos educativos en los cuales se distribuye la carga cognitiva en soportes computacionales. Este enfoque permite concebir el aprendizaje en términos de una cognición distribuida (Salomon, 1993), la cual se extiende a través de diversos medios, tales como soportes digitales, hardware, recursos en línea y fuera de línea, entre otros.

El concepto de cognición distribuida resulta fundamental para el desarrollo de la enseñanza *in silico*, ya que reconoce que los procesos cognitivos no se limitan al individuo, sino que se expanden y optimizan mediante la interacción con herramientas tecnológicas y recursos externos. En este marco, la comprensión y el manejo de conceptos complejos en química pueden potenciarse al emplear tecnologías digitales que faciliten la representación, simulación y manipulación de fenómenos químicos en entornos virtuales. La cognición distribuida en el contexto de la enseñanza *in silico* se organiza en torno a tres ejes teóricos principales:

1. **Cognición distribuida mediada por TICs** (Salomon, 1993): Este enfoque enfatiza la coordinación entre agentes humanos (docentes-estudiantes-equipos de investigación) y artefactos digitales (simuladores, IA generativa, bases de datos), lo que habilita la posibilidad de distribuir la carga cognitiva como se mencionó en la sección anterior.
2. **Andamiaje digital** (Brown et al., 1993): Constituye todo el grupo de sistemas diseñados para externalizar procesos mentales complejos mediante, que pueden ser, por ejemplo, mediante visualizadores de modelos moleculares, consultas con bases de datos, entre muchas otras opciones.
3. **La persona-más** (Perkins, 1993): Propone que cualquier tecnología actúa como prolongación de las capacidades cognitivas humanas, ampliando los límites biológicos del procesamiento de información. En particular es de interés para este trabajo el rol que cumplen las TIC, como pueden ser computadoras, en el andamiaje de la persona-más.

### Definición de enseñanza *in silico* en el contexto de un ecosistema educativo

En el presente trabajo, se conceptualiza la enseñanza *in silico* como un ecosistema educativo en el cual el aprendizaje emerge de un entramado de interconexiones sociales y tecnológicas distribuidas, sustentadas en soportes computacionales (*hardware*) y mediadas digitalmente a través de diversas plataformas (*software*, inteligencia artificial, entornos virtuales, entre otros). Esta definición pone de relieve la co-dependencia entre los usuarios y los sistemas computacionales, reconociendo al *hardware* y al *software* como actores no neutrales en la distribución cognitiva. (Hutchins, 1995)

Desde esta perspectiva, los componentes tecnológicos no solo facilitan el acceso a la información, sino que también influyen activamente en la forma en que el conocimiento se representa, procesa y construye en los entornos educativos. Así, la enseñanza *in silico* no se limita al uso instrumental de la tecnología, sino que integra de manera profunda sus capacidades para modelar y expandir el pensamiento científico en química.

Cabe destacar que la interacción entre distintos actores sociales involucrados en el proceso de enseñanza (relaciones docente-alumno y alumno-alumno) si bien ocurre naturalmente no será el foco de la presente tesis. La atención estará puesta en el estudio de las interacciones de los estudiantes con el contenido de las clases de química a través de medios digitales.

### **Antecedentes del concepto de *in silico***

El concepto *in silico* no es nuevo, ya que establece simplemente la relación de que algo ocurre en un soporte de silicio, más concretamente, en entornos computacionales.

Inicialmente, el término emergió en el campo de la biología como una extensión conceptual de los experimentos *in vivo* (en organismos vivos) e *in vitro* (en entornos controlados fuera del organismo), permitiendo referirse a simulaciones realizadas mediante modelado computacional (*in silico*) (Colquitt et al., 2011).

A partir de esta conceptualización, su uso se ha extendido a diversos contextos científicos y educativos, especialmente en disciplinas relacionadas con las ciencias de la salud y la farmacia (Coello et al., 2024; D'Arcy et al., 2020). En el ámbito de la química computacional, el término ha sido adoptado para describir cualquier tipo de modelado computacional aplicado al estudio de sistemas materiales, biológicos y otros (Remmel, 2023).

Es así que podemos hablar de enseñanza *in silico* como la utilización de simulaciones y modelos computacionales para sustentar los procesos educativos, con la intención principal de favorecer un sistema del tipo persona-más en la que se propicie la cognición distribuida. Cabe destacar que todo tipo de enseñanza *in silico* precisa (por su propia definición) de las TICs, por lo que constituye en si mismo la implementación de estas en las clases, los apuntes, el material didáctico de cada asignatura, etc. En este marco, la enseñanza *in silico* se configura como un entorno de aprendizaje en el que los estudiantes interactúan con representaciones virtuales de fenómenos científicos, teniendo la posibilidad de facilitar una comprensión más profunda y accesible de conceptos complejos, en vistas la posibilidad de distribuir y externalizar la carga cognitiva durante los procesos de aprendizaje. De este modo, la enseñanza *in silico* promueve una integración efectiva de las TICs en los procesos educativos.

### **La cognición distribuida *in silico***

La irrupción de entornos digitales en educación ha reconfigurado los principios clásicos de la cognición distribuida, trasladándolos al dominio *in silico*. Este paradigma, donde hardware, algoritmos, redes sociales y la tecnología misma amplifican las capacidades cognitivas humanas de diversos modos, tiene sus fundamentos en los trabajos de Pea, Brown, Perkins y Salomon (Brown et al., 1993; Pea, 1993; Perkins, 1993; Salomon, 1993). En la actualidad, más que nunca, la creciente diversificación y expansión de las herramientas tecnológicas disponibles para el trabajo y el estudio hace imposible concebir la educación como un proceso aislado de estas innovaciones.

Un claro ejemplo de esto es la llegada de las inteligencias artificiales en sus diversos formatos al alcance de la mayoría de las personas con acceso computadoras e internet.

En particular Pea menciona en relación con las nuevas tecnologías y la cognición distribuida:

«Por lo común, el conocimiento se construye socialmente por medio de esfuerzos cooperativos dirigidos a metas compartidas, o de diálogos y cuestionamientos que nacen de las diferencias que existen entre las perspectivas de las personas. La inteligencia puede estar distribuida también para su uso en artefactos diseñados tan diversos como las herramientas físicas, representaciones tales como los diagramas, y las interfaces entre la computadora y su usuario para tareas complejas. En esos casos, la inteligencia suele estar distribuida a través de la delegación de lo que podrían ser procesos de razonamiento mental complicados y propensos al error como limitaciones de la acción, sea del entorno físico o del simbólico.» (Pea, 1993, pp. 75–76).

Donde se plantea que cada sujeto, y en particular los estudiantes en el caso del estudio de la presente tesis, delega ciertos procesos tanto en sus iguales como en las tecnologías. Cabe destacar que con el uso cada vez más cotidiano de las inteligencias artificiales en la vida estudiantil (además de todo tipo de TICs de uso masivo), la apoyatura en la tecnología es mayor que el soporte social o entre pares.

Es así que las nuevas tecnologías establecen mecanismos para de interrelación entre docente-alumno y alumno-alumno. Estas nuevas interrelaciones permiten pensar algunos conceptos, en este sentido:

«Teóricamente concebimos el aula como compuesta por zonas de desarrollo próximo (Vigotsky, 1978) a través de las cuales los participantes pueden desplazarse por diferentes rutas y a diferentes velocidades (Brown y Reeve, 1987). Una zona de desarrollo próximo puede incluir a personas, adultos y niños, con diferentes grados de conocimiento especializado, pero puede abarcar también artefactos tales como libros, videos, láminas murales, equipos científicos y un contexto informático destinado a apoyar el aprendizaje intencional (Campione, Brown y Jay, 1992; Scardamalia y Bereiter, 1991). Una zona de desarrollo próximo es la región de actividad que los alumnos pueden recorrer con ayuda proveniente de un contexto de apoyo, que incluye a personas pero no se limita a ellas (Vigotsky, 1978). Define la distancia entre los niveles reales de comprensión y los que pueden alcanzarse en colaboración con personas o con artefactos poderosos.» (Brown et al., 1993, p. 246).

Con esto se quiere reforzar la idea de que las interrelaciones sociales continúan estando pero las nuevas configuraciones que surgen por la presencia de las nuevas tecnologías hacen que se puedan repensar los límites de la Zona de desarrollo próximo, no solo dando la posibilidad de ampliarla sino también de modificarla, abriendo posibilidades que antes no hubieran estado disponibles, como podría ser la manipulación de modelos en 3D o el debate entre alumnos y entre alumnos y alguna inteligencia artificial generativa para la reflexión de temas.

Por último, un concepto fundacional y muy relevante para pensar la incorporación de TICs en la educación es el concepto de persona-más. Esta definición fue acuñada por Perkins (Perkins,

1993; Perkins et al., 1992) y establece que la persona (en esta caso los alumnos) no pueden entenderse como algo aislado del contexto social y tecnológico, con el cual se encuentra en constante interacción. Estas definiciones destacan la importancia de reconocer las herramientas y recursos tecnológicos como elementos que enriquecen y transforman la experiencia educativa, permitiendo un aprendizaje más dinámico y contextualizado. Perkins propone una serie de parámetros que permiten pensar, entender y favorecer la interacción entre el individuo y su entorno, con el objetivo de potenciar la construcción de la persona dentro de este contexto extendido de la persona-más:

«[...]con el espíritu de la persona-más podemos aventurar una tesis más bien temeraria llamada hipótesis del acceso equivalente. Según ella, para la persona-más, el pensamiento y el aprendizaje dependen sólo de lo que se podría llamar las “características de acceso” del conocimiento relevante qué tipo de pensamiento se representa, cómo se lo representa, con qué facilidad se lo puede recuperar, y cuestiones afines y no de que el conocimiento esté situado en la persona o en el entorno.[...]»(Perkins, 1993, p. 128)

En este sentido, resulta muy importante que las herramientas tecnológicas utilizadas permitan que el alumno logre una implicación con ella tal que se logre una integración con el entorno favoreciendo así el fácil acceso por parte de la persona-más. Es relevante mencionar que la mera incorporación de TICs en, por ejemplo, actividades áulicas, no asegura esto ya que una integración pobre o de un salto de dificultad demasiado alto—fuera de su zona de desarrollo próximo—para el alumno podría establecer que este dependa enteramente en la herramienta, delegando entonces la función ejecutiva (Perkins et al., 1992) en esta y no pudiendo volver a retomarla, rompiéndose el camino de fácil acceso al contenido y por lo tanto el aprendizaje. La función ejecutiva de la que habla Perkins es una de las tantas interacciones que dan lugar a la cognición distribuida, sin embargo, como se mencionó, la función ejecutiva (es decir, la capacidad de un alumno de poder actuar en función del contexto de clase o del contenido) no debe perderse completamente o bien debe cederse temporalmente para que el alumno la retome, ya que de perderse (en vez de solo prestarse temporalmente) distorsiona totalmente la dinámica y el objetivo de una clase o actividad.

La incorporación de TICs en actividades educativas no debe caer en el simple hecho de que el alumno pueda «tener a mano» la información o representaciones necesarias para repetir las actividades o consignas solicitadas en función del contenido dado en clases, sino que además es necesario habilitar la acción concienzuda del estudiante con las herramientas y condiciones proporcionadas. En este sentido se puede encontrar una fuerte relación con el concepto de inclusión genuina dentro del marco de enseñanza poderosa (Maggio, 2012, 2018). Maggio recopila y reconstruye estas ideas en lo que ella denomina enseñanza poderosa, donde amalgama todas las relaciones y vínculos que son necesarios generar entre el estudiante y la tecnología educativa para lograr una experiencia fructífera, esto es logrado mediante lo que denomina inclusión genuina de las tecnologías.

Pea también lo resume de una manera concisa: «la inteligencia no es una cualidad de la mente aislada, sino un producto de la relación entre las estructuras mentales y las herramientas del intelecto provistas por la cultura(Pea, 1985 - pág. 168).»(Salomon, 1993, pp. 54–55).

En el contexto de la química, y considerando la relevancia de las representaciones en esta disciplina, es posible identificar ejemplos concretos que ilustran el efecto de la distribución de la cognición en distintos artefactos. Estos casos resultan especialmente pertinentes para el desarrollo del trabajo empírico de la presente tesis. Un ejemplo claro de esta distribución cognitiva se observa en la resolución de cálculos químicos. Dependiendo de los recursos disponibles, un estudiante puede optar por realizar los cálculos de manera mental, apoyarse en papel y lápiz, utilizar una calculadora, o incluso recurrir a tecnologías más avanzadas como planillas de cálculo, inteligencias artificiales o lenguajes de programación. Cada una de estas herramientas actúa como un soporte externo que amplifica y distribuye la carga cognitiva, facilitando el procesamiento y la interpretación de los datos.

Otro ejemplo posible de analizar, ya particularmente de química, es la determinación de geometrías moleculares mediante el uso, por ejemplo, de estructuras de Lewis. Resulta difícil pensar en determinar una geometría sin la asistencia de un dibujo, esquema o representación en 3D, incluso para el químico experto, es por esto que la asistencia mediante el uso de alguna forma de escritura o algún programa de modelado permite la resolución de la problemática (por ejemplo, determinar la geometría molecular del tetracloruro de carbono) de manera mucho más rápida, eficiente y comunicable. A su vez, este soporte en distintos artefactos constituye en sí mismo una liberación de la carga cognitiva, ya que deja de ser necesario memorizarse esquemas o tablas de libro y se puede razonar desde una perspectiva más fundamental e integral. Determinar la geometría molecular sin esta ayuda para un químico novato o estudiante de química podría resultar desde difícil hasta imposible, inhabilitando el proceso de aprendizaje en su totalidad. Es así que, hoy en día la inclusión de TICs en enseñanza de química no solo es un artefacto que puede mejorar el aprendizaje y la enseñanza sino que además se comienza en convertir en algo que resulta necesario para comprender la disciplina.

Por otra parte la utilización de herramientas visuales (las cuales pueden ser muy potentes y versátiles al utilizar computadoras) permite acompañar la comprensión y manejo de habilidades espaciales a personas con distintos rangos de facilidad para la visualización de diversas representaciones en química. Esto constituye la posibilidad de tener muchas puertas de entrada para distintos conceptos en química (Gardner, 1995).

Además, estas puertas de entrada habilitan a estudiantes con diversas condiciones cognitivas, como puede ser la afantasia—condición en la que la persona carece de la capacidad para generar imágenes mentales(Eker et al., 2024). Este tipo de limitaciones puede representar un obstáculo significativo para algunos estudiantes de ciencias (en especial de química y física), donde las representaciones gráficas y la inteligencia visual-espacial tiene un papel central en la comprensión de conceptos y por lo tanto en su formación. (Baade et al., 2025; Wu y Shah, 2004)

Finalmente, es importante resaltar que el uso de computadoras desde los primeros años de formación superior resulta de gran relevancia. Esta práctica no solo facilita el aprendizaje de los contenidos específicos de cada asignatura, sino que también genera lo que se denomina residuos cognitivos(Perkins, 1992)—conocimientos y habilidades perdurables que los estudiantes conservan y aplican más allá del contexto académico:

«Los efectos cognitivos de la interacción con programas de ordenador pertenecen al cultivo de tales habilidades y capacidades. Consideremos la posibilidad de que la

colaboración intelectual con un ordenador deje un residuo cognitivo transferible, por ejemplo en forma de una capacidad generalizada de autorregulación y orientación (Bereiter y Scardamalia, 1987; Salomon, Globerson y Guterman, 1990). Una mejoría de esta índole serviría al individuo en una multitud de situaciones, sobre todo cuando se encontrara solo. De modo parecido, el mayor dominio de estrategias y de habilidades podría permitirle acceder a actividades de orden superior en colaboraciones posteriores con máquinas inteligentes.»(Perkins et al., 1992, p. 14).

En esta línea de pensamiento y de decisiones didácticas la introducción de diversos programas, herramientas informáticas y formas de trabajo en computadora en los primeros cursos de una carrera universitaria son de vital importancia para comenzar a generar en el alumnado una familiarización con estas. De esta forma se puede fomentar nuevas capacidades en la utilización de nuevas tecnologías, en especial dentro de una época en la que cada década aparecen nuevos instrumentos y programas disruptivos <sup>7</sup>, para lo cual los profesionales formados en universidades públicas deben estar capacitados para poder adaptarse y utilizarlas adecuadamente para tener un impacto positivo en su vida profesional y en la sociedad.

## La problemática de la tecnología en educación

La implementación de herramientas tecnológicas en la enseñanza de la química universitaria —especialmente para contenidos de alto grado de abstracción— presenta un potencial transformador, no solo por su capacidad para democratizar el acceso al conocimiento, sino también por su rol en la reconfiguración de los procesos cognitivos y didácticos (Maggio, 2018; Salomon, 1993). Sin embargo, este potencial coexiste con desafíos críticos que demandan investigación rigurosa.

En primer lugar, existe una marcada brecha entre el acceso a las TI y su uso pedagógico efectivo. Si bien estas herramientas son cada vez más accesibles, su inclusión en el aula frecuentemente se reduce a la mera digitalización de contenidos tradicionales, sin explotar su capacidad para distribuir la carga cognitiva o fomentar la interactividad (Lion y Maggio, 2019).

Además, persiste una formación docente insuficiente para aprovechar plenamente estas tecnologías. La adopción de herramientas *in silico* requiere docentes capacitados no solo en su manejo técnico, sino en su integración curricular estratégica (Celik, 2023). Esta falta de formación específica genera resistencias o usos superficiales que limitan su impacto real en el aprendizaje.

Finalmente, aunque existen experiencias aisladas de éxito, la evidencia empírica sistemática sobre su efectividad —particularmente en contextos latinoamericanos— sigue siendo limitada (Hauck et al., 2021). Se necesitan estudios que evalúen cómo estas tecnologías afectan específicamente la construcción del pensamiento abstracto en química.

Estos desafíos justifican la necesidad de investigaciones como la presente, que buscan no solo implementar tecnologías educativas, sino comprender su verdadero potencial y limitaciones en la enseñanza de las ciencias experimentales.

Para realzar la importancia de las TIC en educación en las secciones 3 y 4 se profundizará sobre dos temas que han influenciado en mayor o menor medida el trabajo de esta tesis.

---

<sup>7</sup>en menos de 40 años se pudo pasar de las primeras computadoras a inteligencias artificiales generativas

### 3. Consideraciones respecto a la Inteligencia Artificial

La irrupción de la inteligencia artificial (IA) en la vida cotidiana se intensificó de manera significativa a partir de su acceso masivo en noviembre de 2022 (Deutsche Welle, 2023). Desde entonces, estas tecnologías han permeado múltiples ámbitos de la sociedad, modificando la forma en que interactuamos, trabajamos y aprendemos.

Un ejemplo destacado de esta expansión es ChatGPT, una inteligencia artificial generativa basada en modelos de lenguaje a gran escala.<sup>8</sup> En esencia, se trata de un algoritmo matemático entrenado con vastos volúmenes de datos para identificar patrones y estructuras en el lenguaje, lo cual le permite generar textos coherentes y contextualmente relevantes. La principal fortaleza de ChatGPT radica en su capacidad para crear contenido de manera autónoma, manteniendo interacciones fluidas y naturales con los usuarios a través del lenguaje humano, sin necesidad de conocimientos en programación o lenguajes de código. Estas características han contribuido a que ChatGPT, junto con otras IAs generativas emergentes, se convierta en una herramienta accesible para una amplia variedad de usuarios, independientemente de su nivel de familiaridad con la tecnología subyacente. Esto ha marcado un punto de inflexión en la forma en que se percibe y utiliza la inteligencia artificial en la sociedad moderna.

A partir de la irrupción de ChatGPT han surgido un sinnúmero de aplicaciones y ramas de inteligencias artificiales entrenadas con diferentes datos, algunas más generales mientras que otras más específicas dedicadas a dibujar, programar o incluso traducir. Al día de la escritura de esta tesis las herramientas de inteligencia artificial se encuentran acopladas a muchas otras herramientas ya existentes como pueden ser los buscadores de internet, los exploradores de internet o las distintas redes sociales como Instragram, X (ex-Twitter), Whatsapp, etc.

Las inteligencias artificiales de tipo generativo (IA generativas) han tenido un profundo impacto en el ámbito educativo por diversos motivos. En primer lugar, la capacidad de cualquier estudiante para producir un texto con apariencia de haber sido escrito por un ser humano ha planteado un desafío para los docentes, especialmente en aquellos casos en los que la elaboración de trabajos escritos constituye el eje central de la actividad académica. Esto se debe a que los educadores no disponían de métodos claros para determinar si el contenido había sido desarrollado por el alumno o generado por una máquina. Asimismo, numerosos estudiantes recurren a las IA generativas como una especie de oráculo para realizar consultas específicas, obtener resúmenes o resolver problemas de diversa índole. Por otro lado, estas tecnologías han demostrado ser una valiosa herramienta para los docentes, facilitando la generación de ideas para clases y el diseño de materiales didácticos, tales como animaciones, simulaciones, esquemas, entre otros recursos educativos.

Actualmente muchos trabajos ya se han realizando investigaciones sobre los distintos aportes y efectos de las IA en el ámbito educativo e incluso proponiendo nuevos modelos que las utilicen para enriquecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Celik, 2023; Dignum, 2021; Erduran, 2023; Idoyaga, 2024; Yuriev et al., 2024).

En vistas a todo lo discutido en esta sección es importante destacar que el trabajo metodológico de la presente tesis se hubiera visto enriquecido con la incorporación de propuestas

---

<sup>8</sup>En inglés *LLM: Large Language Models*

didácticas que de alguna manera involucren a IA generativas en el proceso de enseñanza ya que, en vistas a la masividad en muchos aspectos de nuestras vidas la IA es una tecnología que ha llegado para quedarse por bastante tiempo, y resulta de gran valor en la formación científica de futuros profesionales que sepan que potencialidades y que debilidades posee este tipo de tecnología para su utilización. En este sentido las IA generativas no son neutrales, pero tampoco son en si mismas ni buenas ni malas, sino más bien una herramienta más que, en el caso de la educación superior, es necesario aprender a usar tanto por los futuros profesionales egresados de universidades públicas como por los docentes.

Esta reflexión final sobre la intervención de las IA, una tecnología muy actual, aún sigue enmarcada dentro de las consideraciones y marco teórico que proponen los autores Pea, Brown, Salomon y Perkins (Brown et al., 1993; Pea, 1993; Perkins, 1993; Salomon, 1993). Las IA siguen cumpliendo ese rol de artefacto que permite ampliar las habilidades del ser humano, pero con el riesgo de que su facilidad de uso y resultados de aparente gran calidad con poco esfuerzo pueden hacer que se caiga en una delegación completa de las funciones ejecutivas (Perkins et al., 1992) sin poder recuperarlas, siendo este el peor escenario en el contexto educativo.

#### 4. Pandemia de COVID-19

La situación de aislamiento debido a la pandemia de COVID-19 ha puesto en jaque a la educación superior en el año 2020 obligando a ésta a actualizar los formatos y modos de dar clases. Este contexto impactó de manera significativa en el desarrollo de la investigación que sustenta esta tesis, que debió adaptarse a las nuevas condiciones en las que tanto docentes como estudiantes se encontraban. El propósito de esta sección es brindar un marco contextual y explicar algunas de las decisiones didácticas adoptadas en el ámbito de la cátedra donde se llevaron a cabo las tareas de investigación de este trabajo, las cuales han sido previamente publicadas (Sánchez et al., 2021).

El contexto del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) derivado de la pandemia de COVID-19, que se inició en marzo de 2020, representó un punto de inflexión en las prácticas habituales de las instituciones educativas y del cuerpo docente. Fue necesario adaptar y dar continuidad a los procesos educativos en todos los niveles mediante los recursos disponibles, lo que impulsó significativamente el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Entre estas tecnologías, destacaron las herramientas de videoconferencia y videollamadas, las plataformas de aulas virtuales como Moodle o Google Classroom, los videos grabados y el material digital de lectura, entre otros recursos que variaron según el contexto de cada nivel educativo y el tipo de enseñanza. Además, el concepto de presencialidad adquirió un nuevo significado, evolucionando hacia formatos de sincronidad y asincronidad. De este modo, se comenzó a diferenciar entre momentos de clase en tiempo real con los estudiantes y actividades gestionadas a través de entornos virtuales de aprendizaje.

Por todo esto el sistema educativo tuvo la necesidad de reinterpretar, reconcebir, reorganizar y reinventar la forma de continuar con el dictado de las clases no solo en estas excepcionales condiciones, sino que además en tiempos cortos y de manera imperativa. Sin embargo, este tipo de planteos y reflexiones vienen ya dándose a lo largo de esta última década (Lion y Maggio, 2019; Maggio, 2018; Serres, 2014).

En este contexto, la cátedra de Química General —perteneciente a las carreras de Licenciatura en Química, Profesorado en Química, Químico Analista y Licenciatura en Física de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral—, en la cual tanto el doctorando como la directora forman parte del equipo docente, se vio en la necesidad de redefinir prioridades en cuanto a modalidades y contenidos para adaptarse al nuevo formato de clases. El objetivo principal fue garantizar una experiencia de aprendizaje efectiva y una adecuada apropiación de los conocimientos fundamentales por parte de los estudiantes ingresantes a carreras científico-tecnológicas, como las vinculadas a la química y la física.

Teniendo en cuenta que esta asignatura es de primer año y además es la primera química que los alumnos cursan al ingresar en el ámbito universitario, esta cátedra establece conceptos básicos necesarios para poder construir los conocimientos de todas las asignaturas de química de la carrera. Por otro lado, como dato relevante a tener en cuenta, la UNL había comenzado a implementar un nuevo curso de articulación para el ingreso a las tres carreras mencionadas. Esta modalidad de ingreso centra su metodología totalmente en la presencialidad y es dictado íntegramente por docentes de los primeros años, permitiendo establecer vínculos docente-alumno, alumno-alumno y alumno-institución, preparando al estudiante para su inicio al cursado formal y a la vida universitaria.

### **Primer cuatrimestre de ASPO**

Al inicio del primer cuatrimestre de 2020, no existían restricciones sanitarias en relación con la presencialidad, lo que permitió llevar a cabo las primeras clases y reuniones informativas para los estudiantes inscriptos en la asignatura, durante las cuales se explicaron las condiciones de cursado. Habitualmente, la cantidad de estudiantes en esta instancia oscila entre 30 y 50. Sin embargo, apenas una semana después de esos encuentros iniciales, el Gobierno Nacional anunció el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) en respuesta a la pandemia de COVID-19, lo que obligó al cierre temporal de las instituciones educativas.

Ante esta situación, el inicio de clases en la mayoría de las universidades nacionales se postergó un mes, periodo que se aprovechó para capacitar de manera intensiva al cuerpo docente en el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza. Además, se llevó a cabo una reprogramación integral de las actividades académicas, transformando el modelo presencial en un formato virtual apoyado en herramientas tecnológicas disponibles.

Durante las primeras semanas de implementación de esta modalidad de enseñanza virtual, se evidenció una notable heterogeneidad entre los estudiantes que ingresaban a la universidad. Muchos se vieron afectados no solo por el desafío de adaptarse a la vida universitaria, sino también por las dificultades añadidas de un contexto pandémico inusual y disruptivo. En este marco, surgieron diversas situaciones problemáticas: estudiantes sin acceso estable a internet, falta de dispositivos adecuados (computadoras o teléfonos móviles) para el desarrollo de las actividades académicas, e incluso algunos la aparición de responsabilidades excepcionales debido al nuevo contexto como puede ser un trabajo extra, cuidado de familiares, entre otras.

Esta fue la realidad de muchos docentes, los cuales tuvieron que moverse en este contexto, y fue la virtualización de la educación la que obligó y permitió la experimentación mediante la implementación de herramientas no utilizadas previamente, dada la emergencia de la situación,

que, de lo contrario, hubiera llevado años implementarlas.

### **Modalidad de la cursada de emergencia**

El cursado de la asignatura Química General durante el periodo de cuarentena se desarrolló íntegramente de manera virtual, combinando instancias sincrónicas y asincrónicas mediante el uso de un Entorno Virtual (EV) basado en la plataforma Moodle de la universidad. Aunque la cátedra ya utilizaba esta herramienta previamente, principalmente como repositorio de material didáctico, en esta ocasión se explotaron funcionalidades adicionales para adaptarse al nuevo contexto educativo. Paralelamente, se implementaron plataformas de videoconferencia, destacándose el uso de Zoom, a través de la cual se dictaban semanalmente cuatro sesiones: una dedicada a la exposición teórica del contenido, dos orientadas a la resolución de problemas, y una última enfocada en temas relacionados con los trabajos de laboratorio. Además, se respondían consultas de estudiantes por correo electrónico, mensajería del EV y mediante sesiones virtuales adicionales.

La dinámica empleada en todas estas clases consistía siempre de la participación de dos docentes. Esto permitía intervenciones cruzadas en las clases e interacciones con los alumnos (mediante preguntas o resolución colectiva de situaciones problema), los cuales participaban, en su mayoría, a través del chat. El empleo de cámara o micrófono durante las videoconferencias era totalmente opcional, ya que se entiende que no todos tenían la misma disponibilidad tecnológica todo el día y en cualquier horario.

A lo largo del cursado, todo el material generado (presentaciones, guías, resoluciones y algunas clases grabadas) se incorporaba progresivamente al EV. Asimismo, se solicitaban actividades semanales a los estudiantes, que no solo tenían un propósito pedagógico, sino que también permitían verificar su participación en el curso.

Estas actividades semanales ofrecieron un espacio para innovar y experimentar con diferentes propuestas didácticas. Algunas mantuvieron un enfoque más tradicional, como la elaboración de informes de laboratorio a partir de datos proporcionados o la resolución de cuestionarios breves sobre prácticas de laboratorio presentadas en clase. Estas actividades representaron una «traducción» (o adaptación directa) de las experiencias presenciales al entorno virtual. Sin embargo, otras propuestas exploraron más profundamente las posibilidades de los entornos virtuales de aprendizaje y las TICs, buscando aprovechar sus ventajas para enriquecer el proceso educativo.

### **Actividades colectivas**

Para abordar el tema de «medición y errores», se solicitó a los estudiantes que realizaran mediciones sobre objetos de uso cotidiano y estandarizados, como monedas, documentos de identidad, entre otros. Posteriormente, se llevó a cabo una puesta en común de todos los datos obtenidos, los cuales fueron graficados por los docentes y publicados en el Entorno Virtual (EV).

De esta manera, los estudiantes pudieron trabajar sobre conceptos clave como precisión y exactitud, utilizando las gráficas elaboradas a partir de los datos recolectados colectivamente. Finalmente, se les pidió la elaboración de un breve informe en el que analizaran y reflexionaran sobre los resultados obtenidos, reforzando así su comprensión de los principios teóricos a través de una experiencia práctica y colaborativa.

## **Evaluación entre pares**

Para el tema de estequiometría, se aprovechó la herramienta de «workshop» disponible en la plataforma Moodle. Esta actividad se desarrolló en dos etapas. En la primera, se solicitó a los estudiantes que redactaran un enunciado original de un problema relacionado con estequiometría. En la segunda etapa, la propia herramienta de Moodle asignó de manera automática un enunciado generado por un compañero a cada estudiante. En esta fase, cada alumno debía resolver el problema propuesto y además analizar y corregir el enunciado, destacando así la relevancia de una comunicación clara y precisa en el ámbito científico. Esta dinámica permitió reforzar no solo los conceptos de estequiometría, sino también hacer hincapié en el desarrollo de habilidades de comunicación para la transmisión de conceptos e información en ciencia.

## **Taller de estudio**

Esta fue una actividad optativa en paralelo al cursado. En este taller, se proponían temas de estudio que luego se debatían en videoconferencia. Adicionalmente, en este espacio se realizó un simulacro de examen, ya que, como se utilizaría una modalidad de examen virtual que era nueva para todos (docentes y alumnos), resultaba un buen espacio para realizar esta experiencia y así minimizar errores y preocupaciones innecesarias. El objetivo de este taller fue incentivar hábitos de estudio y fomentar interacción entre y con los alumnos, reforzando así los vínculos tanto docente-alumno como alumno-alumno. Esta experiencia ha resultado muy positiva, a pesar de que no era obligatoria y solo acudió una pequeña parte de los alumnos del curso. Por otra parte, en ella se generaron grupos entre los alumnos y se pudo notar la pérdida del miedo a preguntar a los docentes (una barrera muy común en la educación universitaria). Estos aspectos, dada las características de estudiantes ingresantes, resultan un capital valioso ganado para el transcurso de su vida universitaria.

## **Evaluación**

Se decidió sostener el régimen de promoción por medio de evaluación continuada. El mismo se constituía del seguimiento del trabajo durante el cursado el cual culminaba con un examen de promoción escrito y otro oral. El examen escrito consistió en consignas subidas a un documento en el EV que los estudiantes debían descargar y resolver en un período de dos horas. Luego, debían subir el material producido al mismo entorno. En paralelo, los docentes se encontraban en una sesión de Zoom por si los estudiantes tenían alguna duda o problema técnico. La participación en esta sala, o la utilización de cámara o micrófono, no eran obligatorias en esta instancia. Días posteriores al examen escrito, y sólo para los alumnos que aprobaron este último, se constituyó una sesión de videoconferencia individual para verificación del trabajo del alumno con el fin de analizar si el examen escrito era propio. Esta instancia fue la única en la que se le exigió al alumno el uso de micrófono y cámara. La obligatoriedad de su uso fue avisada con antelación para que, llegado el caso que tuvieran algún inconveniente con esto, pudiese ser solucionado. Este examen oral fue tipo entrevista y estaba constituido por preguntas respecto a lo que realizaron en su examen escrito y los errores que cometieron. Estos últimos fueron previamente comentados a cada estudiante en la corrección de su examen escrito.

## Reflexiones sobre las educación en pandemia

La virtualización obligada en la que se vió sumergida la educación debido a la situación de aislamiento social, preventivo y obligatorio mostró una serie de novedades, virtudes y mejoras necesarias a plantear en el sistema educativo superior. Siendo una cátedra del primer cuatrimestre, se observó un desgranamiento inicial de algunos estudiantes debido a problemas relacionados con la conectividad y disponibilidad tecnológica, evidenciando una clara desventaja de la virtualidad obligada debido a la heterogeneidad de contextos en los que puede ocurrir el aprendizaje. Sin embargo, una gran ventaja de esta modalidad es la constante comunicación generada con los estudiantes que trabajan o que viven en otras ciudades. En estos casos, ésta les permitió y habilitó la posibilidad de acceder a las clases que, posiblemente, en la presencialidad les hubiese resultado una experiencia dificultosa. La virtualidad reconstruye la clase desde otra perspectiva, donde el interés, compromiso y esfuerzo se debe dar tanto por parte de los estudiantes como de los docentes. Además, permite liberar el conocimiento y material generado durante el dictado de las clases, constituyendo una fuente democratizadora de la educación, llegando a dar acceso quien no puede estar presente física o sincrónicamente.

Es necesario pensar la educación de la nueva normalidad (pospandemia) como una integración poderosa, genuina e interactiva entre la educación virtual a distancia y la actividad presencial, procurando sobre todo cultivar los vínculos docente-alumno y alumno-alumno. En este aspecto podemos inspirarnos en los nuevos medios (como las plataformas de streaming o redes sociales) tan populares actualmente y que, sin lugar a dudas, poseen una enorme efectividad para vincularse con sus espectadores. La pandemia de COVID-19 nos enseñó a ser más humanos, a manejar otros tiempos y forzó al ámbito universitario a pensar de otra manera: la educación del futuro tiene que ser pensada desde otra perspectiva, debe ir más allá de la transcripción literal de las antiguas clases al formato virtual.

Toda este acontecimiento de la pandemia evidenció la necesidad de una reformulación del tradicional dictado de clases, tanto en prioridad de contenidos como en los modos de transmitirlos y forzar a la educación superior a adaptarse a las exigencias del mundo actual. A la vez que lleva a repensar el rol de las TICs en la educación, no solamente como meros artefactos o vehículos para llegar a un objetivo educativo, sino ya una condición necesaria para lo que hoy en día llamamos clase.

### Objetivos

---

#### 1. Objetivos Generales

El objetivo principal de este trabajo es analizar la configuración de experiencias de aprendizaje en estudiantes universitarios a partir de propuestas de enseñanza mediadas por software especializado.

#### 2. Objetivos Específicos

Para alcanzar este propósito general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar dificultades y ventajas de las estrategias didácticas planteadas por los docentes del primer año de la cátedra de Química General para la carreras de Licenciatura en Química, Químico Analista, Profesorado en Química y Licenciatura en Física, de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral, con anterioridad a la aplicación de las nuevas metodologías didácticas propuestas en el presente plan de tesis.
- Reconocer los rasgos característicos que configuran los procesos de aprendizaje de los conceptos fundamentales de Química General, a partir del desarrollo de una propuesta de enseñanza apoyada en tecnologías digitales específicas.
- Identificar las principales decisiones didácticas que conforman esta propuesta de enseñanza en el contexto universitario, evaluando su estructura y metodología.
- Reflexionar sobre el impacto de la articulación entre propuestas de enseñanza basadas en nuevas tecnologías y los procesos de aprendizaje, considerando su influencia en la formación profesional de los estudiantes universitarios.

### Metodología

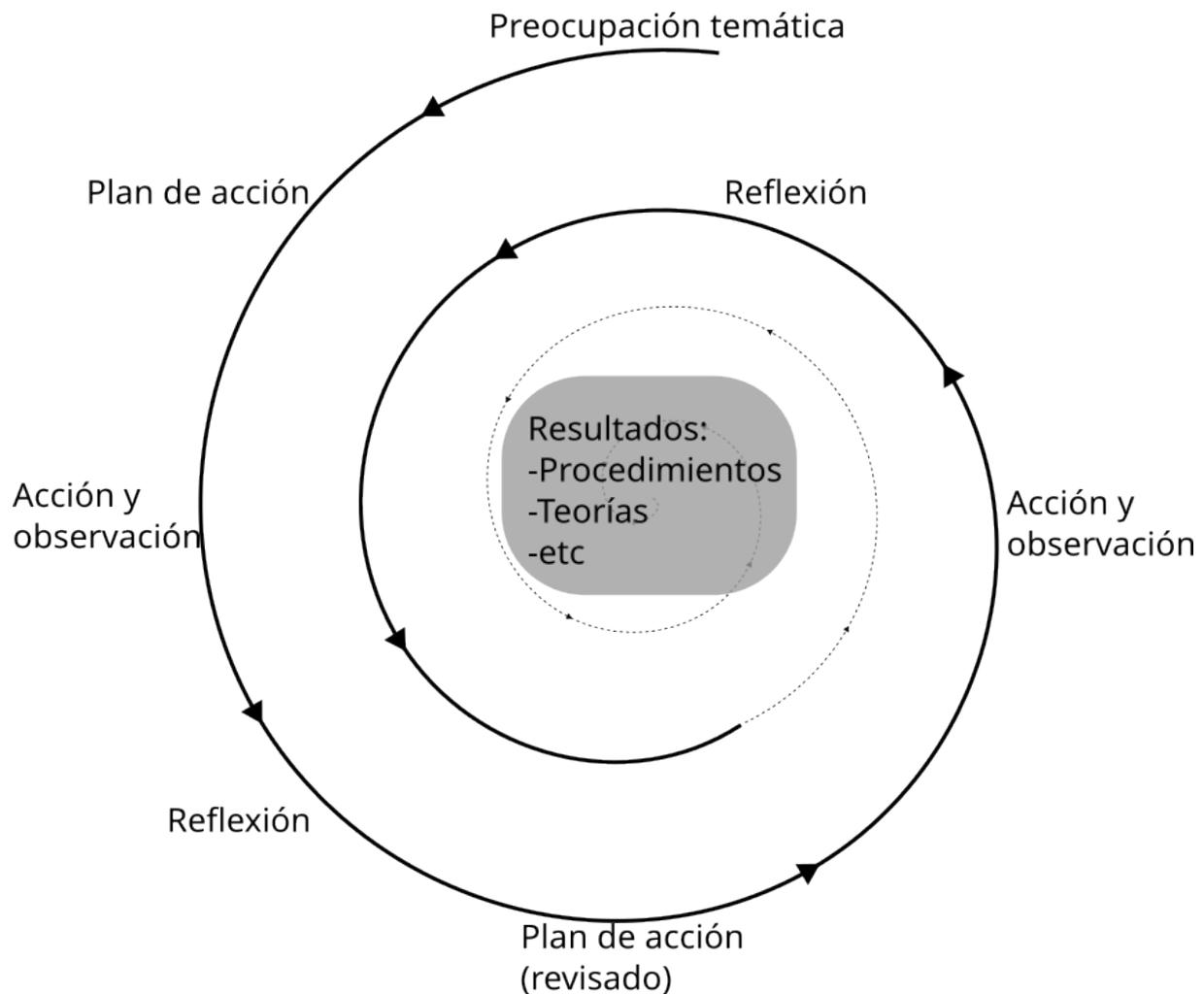
---

#### 1. Introducción

Con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos en el marco de la presente tesis, el desarrollo del estudio se inscribió dentro de un enfoque metodológico mixto. No obstante, predominaron las características propias de una investigación de naturaleza cualitativa (Eisner, 1998), en tanto pretende comprender los rasgos que configuran ciertas prácticas de enseñanza y de aprendizajes para así de esta manera recoger información relevante sobre estas. Este enfoque permitió recolectar información significativa sobre dichas prácticas, con el fin de identificar sus principales características y analizarlas en relación con las preguntas iniciales y la hipótesis de trabajo.

En este sentido, la presente investigación también puede ser clasificada como de tipo descriptivo (Hernández Sampieri et al., 2003) ya que este tipo de estudios busca especificar las propiedades, características y rasgos relevantes de un fenómeno determinado. Desde esta perspectiva, el abordaje del problema de investigación no se limita a una simple constatación o deducción, sino que implica una construcción epistemológica orientada a generar nuevos conocimientos en torno al objeto de estudio. Además, una parte significativa de los datos obtenidos a partir de las observaciones realizadas fue construida en términos cuantitativos, lo cual permite formular descripciones y reflexiones sustentadas en dichos datos. Esta dimensión cuantitativa complementa el enfoque cualitativo previamente señalado, otorgándole así a la investigación un carácter mixto.

La metodología general que orientó el desarrollo de este trabajo fue la investigación-acción (Kemmis y McTaggart, 1992; Latorre, 2007; Reason y Bradbury, 2008). Este enfoque metodológico permite identificar una preocupación temática (Kemmis y McTaggart, 1992) como punto de partida para elaborar un plan de acción con el cual revisar la situación de la problemática objeto de estudio. Esta preocupación temática es la lupa con la que se revisita, revisa y analiza el plan de acción tomado. Esta revisión, a su vez, conduce a una reformulación o ajuste del plan inicial, en un proceso continuo y reflexivo. La investigación-acción se concibe, en este marco, como un proceso de naturaleza espiralada y convergente, en el que la preocupación temática funciona como motor del cambio, y el plan de acción constituye el eje articulador de las decisiones y estrategias implementadas para la comprensión o transformación del fenómeno analizado. A modo ilustrativo, en la Figura 2 se presenta un esquema que representa la secuencia cíclica



**Figura 2.** Esquema de espiral del proceso de investigación-acción. Se puede observar que es un proceso que ocurre en ciclos los cuales convergen en posibles resultados de la investigación que pueden ser teorías o procedimientos sobre la misma práctica docente, entre otros. (Figura de elaboración propia basada en la propuesta de Kemmis y McTaggart, 1992).

característica del proceso de investigación-acción.

Los resultados obtenidos en cada fase del ciclo de investigación-acción retroalimentan y orientan las etapas subsiguientes. A medida que la indagación avanza hacia los ciclos más internos de la espiral —es decir, cuando el estudio comienza a mostrar un mayor grado de convergencia—, los análisis realizados sobre los datos pueden ir modificándose con el fin de ajustarse a los nuevos planes de acción emergentes. En el caso particular de la presente investigación, se observará que el tratamiento de los datos se fue desarrollando de manera progresivamente más sistemática a medida que se avanzaba en los distintos momentos del proceso de investigación-acción.

Los resultados derivados de una investigación-acción pueden adoptar diversas formas, tales como el desarrollo de teorías vinculadas a la práctica docente intervenida, la formulación de procedimientos para la indagación de problemáticas específicas en el aula, o la elaboración de protocolos de acción frente a determinadas situaciones, entre otras posibles contribuciones (Kemmis y McTaggart, 1992).

En el marco de la presente tesis, y en consonancia con los objetivos propuestos, se espera como resultado la construcción de definiciones que permitan caracterizar distintas metodologías de

enseñanza aplicables a la asignatura de Química General. Dado el perfil del equipo de trabajo — con formación y experiencia en química teórica y computacional—, así como el interés por mejorar la enseñanza de los contenidos que suelen presentar mayor grado de abstracción y dificultad para los estudiantes, se plantea como propósito adicional identificar aquellas temáticas que puedan ser mediadas eficazmente por tecnologías.

En particular, se busca avanzar en la caracterización de lo que se ha denominado previamente como enseñanza *in silico* (conceptualizada en el Capítulo 1), aplicada a un tema específico dentro del contexto de una asignatura universitaria. A través del enfoque de investigación-acción, se procurará identificar las dificultades de aprendizaje que puedan surgir, comprender los procesos implicados en la construcción del conocimiento, reconocer con claridad las decisiones didácticas involucradas, y reflexionar críticamente en torno a las propuestas de enseñanza mediadas por tecnologías.

## 2. Objeto y sujetos de estudio

De acuerdo con los objetivos propuestos en la presente tesis, el objeto principal de investigación lo constituye la clase de química, con foco específico en la asignatura Química General, correspondiente a las carreras de Licenciatura en Química (LQ), Químico Analista (QA), Profesorado en Química (PQ) y Licenciatura en Física (LF), dictadas en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Esta asignatura, ubicada en el primer año de cada una de las mencionadas carreras, representa un momento clave en el trayecto formativo de los estudiantes, quienes en su mayoría son ingresantes provenientes de la educación secundaria.

La complejidad de esta etapa radica no solo en que se trata de la primera asignatura de química que deben cursar, sino también en que, en muchos casos, corresponde al primer cuatrimestre de la vida universitaria de los estudiantes. Por lo tanto, el cursado de esta asignatura implica también la incorporación a un nuevo entorno institucional, con dinámicas, ritmos y exigencias propias de la educación superior.

Es importante destacar que la clase no constituye un fenómeno aislado, sino que se inscribe dentro del marco general de una asignatura en el contexto de un plan de estudios, en donde confluyen también múltiples dimensiones relacionales, tales como los vínculos entre docentes y estudiantes, y entre los propios estudiantes. En este sentido, el abordaje metodológico de las clases se realizará desde la perspectiva de los y las estudiantes, por lo que los sujetos de estudio serán los alumnos que cursaron la asignatura Química General durante los distintos cuatrimestres analizados. Los períodos considerados en el presente estudio comprenden los primeros y segundos cuatrimestres de los años 2018 a 2021, así como el primer cuatrimestre del año 2024.

Cabe aclarar que, al referirse a la «clase», no se alude a una sesión única o aislada, sino al conjunto de momentos que integran el proceso de enseñanza a lo largo del dictado de la asignatura. Estos momentos pueden incluir clases presenciales de carácter tradicional, así como actividades mediadas por tecnologías digitales. Además, forman parte constitutiva de las clases todas aquellas decisiones didácticas tomadas por el equipo docente durante el desarrollo de la asignatura o del tema en particular en el que se focaliza la investigación.

Como punto de partida para la implementación del enfoque de investigación-acción, se tomaron como insumos las experiencias recogidas al finalizar un cuatrimestre y al comenzar uno nuevo. Estos momentos iniciales permitieron delimitar áreas problemáticas e identificar temáticas prioritarias a ser abordadas. En particular, se consideró como punto de partida la transición entre la finalización del segundo cuatrimestre de 2018 y el inicio del primer cuatrimestre de 2019.

### 3. Estudios preliminares

Dentro del marco metodológico de la investigación-acción, la identificación de un punto de partida resulta fundamental, ya que implica la delimitación de una preocupación temática que guiará el desarrollo inicial del proceso indagativo (Kemmis y McTaggart, 1992). En el contexto de la presente investigación, dicha preocupación se definió a partir de un trabajo diagnóstico realizado en las etapas preliminares del estudio, mediante la aplicación de encuestas al inicio y al cierre del cursado de la asignatura Química General.

Estas encuestas, concebidas tanto como instrumento de diagnóstico inicial como fuente para la reflexión crítica y la replanificación de las actividades didácticas, permitieron acceder a información relevante sobre los contextos educativos de los estudiantes, sus conocimientos previos, intereses académicos y preconcepciones en torno a los contenidos disciplinares. Este procedimiento posibilitó la identificación de temáticas especialmente significativas o problemáticas, que posteriormente serían objeto de análisis más profundo dentro del ciclo espiralado de la investigación-acción.

La administración de las encuestas se realizó, en una primera instancia, a través de formularios digitales utilizando la herramienta Google Forms, y en etapas posteriores mediante la plataforma virtual institucional Moodle, lo que favoreció una sistematización progresiva en la recolección y análisis de los datos.

En función de su propósito y momento de aplicación, las encuestas fueron clasificadas en dos grupos principales:

- **Encuestas de evaluación de cátedra:** estas encuestas se aplicaban sistemáticamente al finalizar cada cuatrimestre, con el objetivo de recabar información sobre los contextos de los estudiantes, así como sobre sus motivaciones, dificultades e intereses en relación con la asignatura.
- **Encuestas iniciales:** en sus primeras versiones, estas encuestas estuvieron orientadas a explorar las percepciones y preconcepciones que los estudiantes tenían respecto de la carrera y de la asignatura al momento de su ingreso. A medida que el plan de acción se fue consolidando, el foco de estas encuestas evolucionó hacia la indagación de los conocimientos previos específicos de los estudiantes en torno a los temas seleccionados para ser objeto de investigación. Esta reorientación permitió un diagnóstico más afinado y contextualizado, facilitando una planificación didáctica más ajustada a las necesidades detectadas.

En este sentido, el proceso de indagación se inició con la aplicación de encuestas de evaluación de cátedra, cuyo propósito principal fue recabar información directa sobre las dificultades que los estudiantes experimentaban durante el cursado de la asignatura. Estas encuestas permitieron

identificar aspectos clave vinculados con la experiencia académica del estudiantado, funcionando como un primer insumo para la reflexión docente. El detalle completo de las preguntas incluidas en estas encuestas puede consultarse en el [anexo](#) correspondiente. No obstante, de manera general, las preguntas se orientaban a indagar sobre los siguientes aspectos:

1. ¿Ha encontrado alguna dificultad en algún tema en particular de los tratados durante el cursado?
2. ¿Ha encontrado algún tema que le haya resultado más interesante o relevante como futuro químico?
3. ¿Cómo considera que maneja los conocimientos de la materia?
4. ¿Cómo evaluaría la dificultad de los trabajos prácticos?
5. ¿Considera que el trabajo práctico contribuyó a la comprensión de algunos contenidos teóricos de la materia?
6. ¿Cómo evaluaría en general los trabajos prácticos dictados?
7. ¿Considera que algunos trabajos prácticos deberían mejorarse, mantenerse, o quitarse y cambiarse?

En todos los casos en que se solicitaba a los estudiantes seleccionar temas o trabajos prácticos, se les proporcionaba un listado completo de los contenidos abordados en la asignatura, con el fin de que la elección se realizara de manera informada y contextualizada.

Por otra parte, las encuestas iniciales <sup>9</sup> han cumplido funciones diferenciadas a lo largo del desarrollo de la presente investigación. La primera de ellas, aplicada en el segundo cuatrimestre de 2018, tuvo como objetivo principal obtener información acerca de las expectativas, motivaciones e ideas que los estudiantes —en su mayoría ingresantes— tenían respecto de la carrera y de la experiencia universitaria en general. Dado el carácter exploratorio de esta primera experiencia, en 2019 no se replicó la encuesta inicial. Sin embargo, a partir del año 2020 se retomó su aplicación, incorporando nuevas dimensiones de análisis. En esta nueva etapa, las encuestas no solo buscaban contextualizar la situación académica de los estudiantes, sino también explorar aspectos conceptuales vinculados a los conocimientos previos y preconcepciones que los alumnos traían respecto de determinados contenidos fundamentales que se abordarían a lo largo del cursado. Las encuestas se pueden ver en el [anexo](#), algunas de las preguntas más relevantes realizadas fueron:

- Primer encuesta inicial del 2º cuatrimestre de 2018
  1. ¿Qué carrera estás cursando?
  2. ¿Qué tipo de orientación tenía tu escuela?
  3. ¿Qué te motivó a seguir la carrera de Química?
  4. ¿Tenés algún interés en particular por alguna materia o tema dentro de la Química?

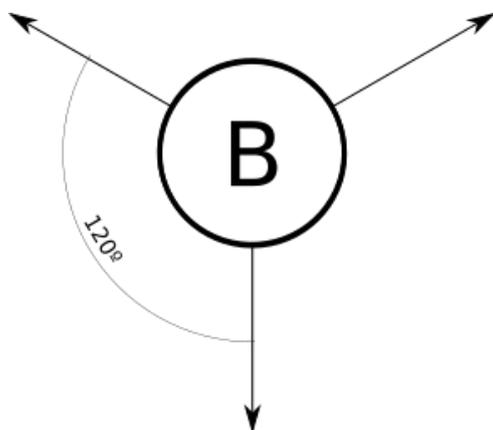
---

<sup>9</sup>a veces nombradas para los estudiantes como «encuestas de ideas previas»

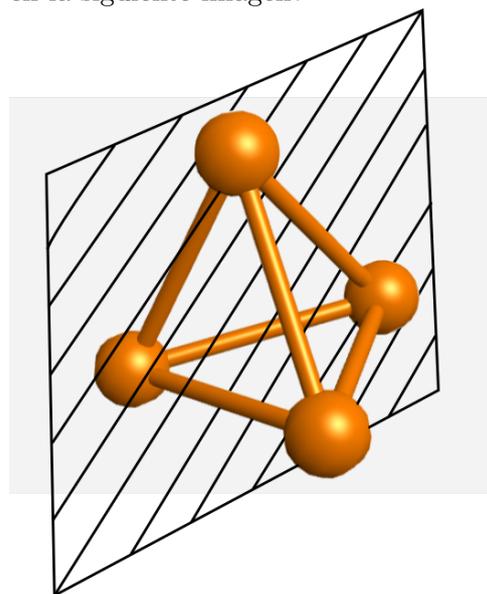
5. ¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera en Química?
  6. ¿Qué importancia pensás que puede tener estos temas para la carrera en Química? (se listan los temas de la asignatura Química General como opciones)
  7. ¿Qué tipo de trabajo, como químico, te interesaría más?
  8. ¿Utilizaste ya alguna herramienta computacional para la Química? ¿Te resultó útil para comprender el tema en el que se usó?
  9. ¿Qué expectativas tenés para la materia de Química General?
  10. ¿Tenés algún conocimiento de los temas que se dan en la materia? (se listan los temas de la asignatura Química General como opciones)
  11. ¿Cómo evaluarías cuanto sabés de estos temas? (se listan los temas de la asignatura Química General como opciones)
- Encuesta iniciales (ideas previas) posteriores a 2019:
1. ¿Qué carreras estudiás?
  2. ¿Es la primera materia de química a nivel universitario que empezás a cursar?
  3. ¿Trabajás?
  4. ¿Venís de escuela pública o privada?
  5. ¿Cuánto dirías que usás redes sociales?
  6. ¿Qué redes sociales usás?(se listan opciones de redes sociales)
  7. ¿Tenés acceso a internet en donde vivís?
  8. ¿Tenés alguno de los siguientes dispositivos en donde vivís? (se listan: tablet, celular, computadora y laptop)
  9. ¿Cuánto dirías que usás internet? (sin contar el tiempo que estás en redes sociales)
  10. ¿Qué dirías que es lo que más usás (y para qué lo usás) de internet (sin contar redes sociales)?
  11. Aproximadamente, ¿cuántas horas a la semana pensás que le dedicás ( o pensás que vas a dedicar) al estudio de la materia?(sin contar horas de cursado)
  12. ¿Usás alguno de los siguientes dispositivos para estudiar?
  13. Se realizaron preguntas sobre concepciones previas que se pueden ver en la fig. 3.

Luego de la aplicación de cada encuesta en los distintos períodos analizados, se procedía a una revisión crítica de los instrumentos utilizados, con el objetivo de evaluar la pertinencia de su contenido y considerar posibles modificaciones en función de los avances y necesidades emergentes del proceso investigativo. Como señala Taber (2013a), el diagnóstico educativo debe evolucionar desde un enfoque contextual amplio hacia la detección específica de preconcepciones disciplinares. Este principio guió nuestra transición desde encuestas sobre características generales de los estudiantes hacia instrumentos focalizados en sus ideas sobre conceptos químicos clave. En las etapas iniciales, las encuestas estuvieron principalmente orientadas a relevar información contextual de los estudiantes, incluyendo aspectos vinculados a sus intereses, motivaciones y

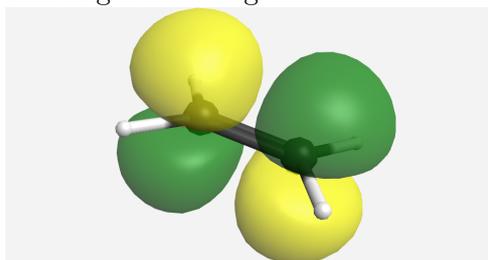
a) Tres personas tiran de un punto B en direcciones opuestas con exactamente la misma fuerza como muestra la figura de abajo. ¿Qué pensás que sucederá con el punto B del centro? ¿Y si una de las personas tira con más fuerza? Justificá



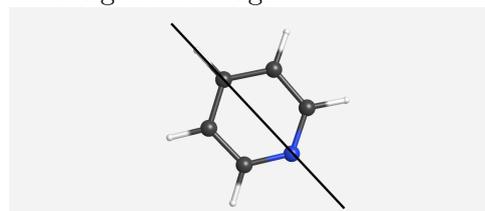
b) ¿Qué pensás que está representado en la siguiente imagen?



c) ¿Qué pensás que está representado en la siguiente imagen?



d) ¿Qué pensás que está representado en la siguiente imagen?



**Figura 3.** Preguntas conceptuales realizadas en la encuesta inicial posteriores a 2019. Estas preguntas buscaban indagar las concepciones previas de los alumnos de su correspondiente cuatrimestre.

trayectorias previas. Sin embargo, a medida que el rumbo específico de la investigación se fue consolidando, los instrumentos fueron adaptados para focalizarse en la exploración de las ideas previas y preconcepciones de los estudiantes respecto de determinados conceptos disciplinares relevantes para la enseñanza de la química.

De este modo, las encuestas no solo cumplieron la función de diagnóstico inicial, sino que también actuaron como herramientas clave para validar y retroalimentar las decisiones pedagógicas tomadas en el transcurso del proceso de investigación-acción, fortaleciendo el carácter cíclico y reflexivo que define esta metodología.

#### 4. Propuesta didáctica

A partir de los primeros resultados obtenidos en los estudios preliminares —llevados a cabo mediante las encuestas iniciales— comenzaron a identificarse ciertas temáticas dentro del dictado

de la asignatura Química General que presentaban niveles significativos de dificultad o despertaban particular interés entre los estudiantes. Estos hallazgos serán analizados en profundidad en la Sección 2 del capítulo 4.

Uno de los contenidos que recurrentemente se destacó por su complejidad fue el referido a la estructura electrónica y el enlace químico. Este tema se presentó como una oportunidad propicia para diseñar e implementar propuestas didácticas innovadoras, particularmente aquellas mediadas por TICs, dado que permite representar átomos, moléculas y sus configuraciones electrónicas a través de múltiples formatos visuales e interactivos.

En función de lo anterior, en el marco del presente trabajo se propuso el diseño y la implementación de una clase de trabajo práctico específicamente orientada a abordar los conceptos de estructura electrónica, orbitales atómicos y geometría molecular, mediante el uso de herramientas digitales. En particular, se recurrió al empleo de programas de modelado molecular que facilitan la visualización y comprensión de estos conceptos abstractos, favoreciendo así el aprendizaje significativo en el contexto de la asignatura Química General.

El trabajo práctico propuesto consiste en la utilización de una serie de programas (implementados a través de páginas de internet) de modelado molecular. Al estar disponibles de manera online permitieron que sean utilizados en cualquier plataforma (computadora, celular o tablet). Esta actividad práctica además tenía una guía de consignas abiertas en las que los alumnos debían utilizar los programas disponibles para responder las preguntas que se les realizaban e informar todo en un trabajo final como si se tratara de un informe.

Las actividades propuestas en el trabajo práctico se organizaron en torno a tres ejes temáticos centrales, los cuales estructuraron tanto el diseño de las consignas como los objetivos de aprendizaje específicos. Estos ejes fueron los siguientes:

- Simetría: se trabajan conceptos de geometría molecular y polaridad de moléculas;
- Orbitales: se trabajan representación de orbitales atómicos y orbitales moleculares;
- Diagrama de orbitales moleculares: trabajan otras representaciones como lo son los diagramas de orbitales moleculares para entender como se ordenan los electrones en átomos y moléculas.

En función de una búsqueda de herramientas que sean de acceso libre y gratuito y permitan trabajar los ejes planteados se seleccionaron tres recursos que se utilizaron en el trabajo de campo:

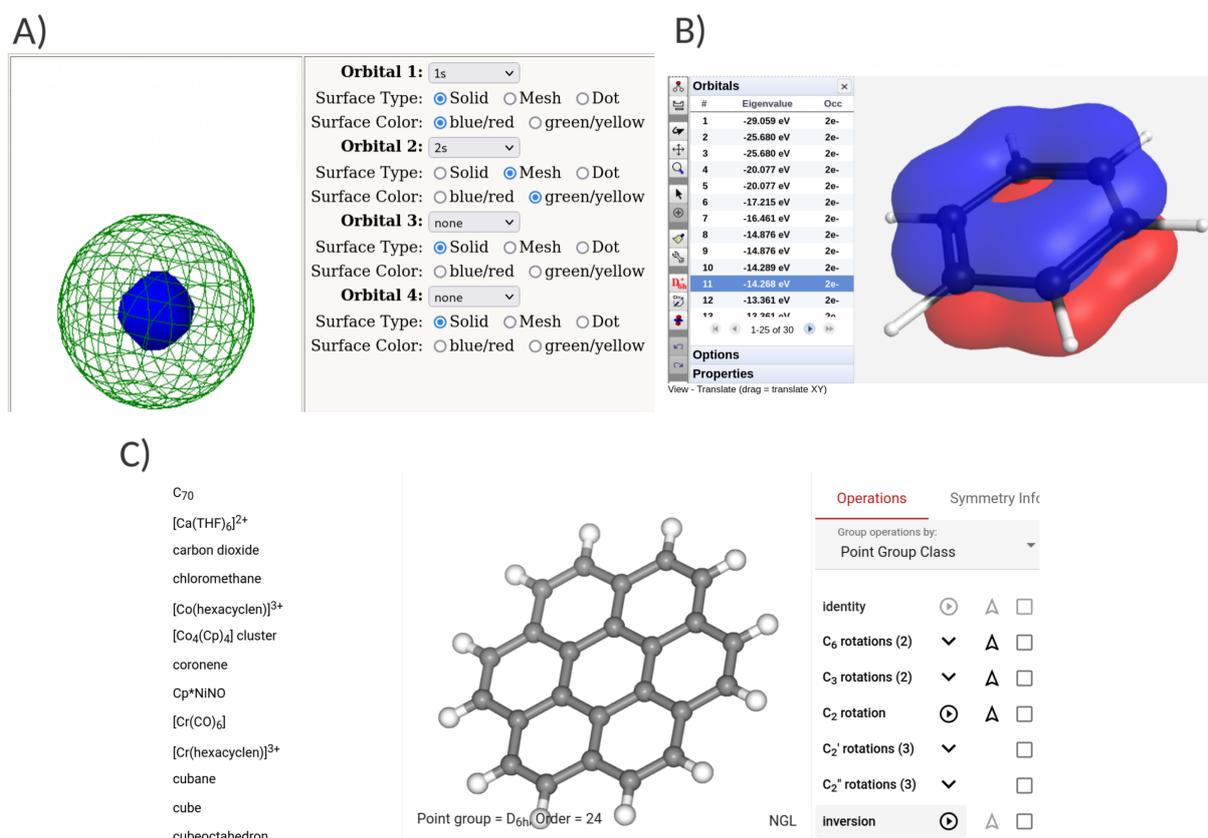
- **Visor de orbitales atómicos e híbridos del Dr. Gutow** (Gutow, 2013): esta herramienta es una página de internet en la que se encuentra un visor de orbitales atómicos (y otro de orbitales híbridos) para el cual se pueden seleccionar cual orbital se desea ver y se pueden superponer representaciones de orbitales diferentes para su comparación.
- **WebMO**: una interfaz online para el dibujado de moléculas en 3D, así como también la optimización de su estructura y visualización de orbitales atómicos y moleculares (Polik y Schmidt, 2021). Los orbitales que representa este recurso son los orbitales tipo «Hückel», estos orbitales se aproximan a los orbitales verdaderos, manteniendo forma y energía, lo

que permite que sean utilizados para la enseñanza de orbitales atómicos y moleculares. El recurso permite hacer interfaz con otros programas para obtener resultados más complejos, por lo que puede utilizarse en cursos más avanzados de modelado molecular.

- **Galería de moléculas con sus respectivas simetrías de la universidad de Otterbein** (Otterbein University, [s.f.](#)): este es un recurso publicado por la universidad de Otterbein en la cual se presenta una galería de moléculas precargadas. La función propuesta por los creadores de la página es la de trabajar simetría y grupos puntuales, por lo que tiene incorporado elementos y operaciones de simetría que se pueden visualizar en movimiento.

En la Figura 4 se presentan ejemplos ilustrativos de algunas de las herramientas digitales utilizadas, con el fin de mostrar las funcionalidades específicas que ofrecen para el trabajo con representaciones moleculares y atómicas.

La actividad propuesta consistía en un breve resumen de lo visto en teoría, así como también enseñar el manejo de las herramientas utilizadas, posteriormente los alumnos disponían de consignas propuestas para el trabajo práctico —recogidas en la Figura 5— las cuales consistían en una serie de actividades orientadas a la representación y análisis de distintos aspectos estructurales y electrónicos de moléculas simples.



**Figura 4.** Capturas de pantalla de los diferentes programas utilizados en las actividades prácticas. A) Visor de orbitales atómicos (Gutow, 2013). B) webMO, interfaz para dibujo, visualización y optimización de geometría y orbitales de moléculas (Polik y Schmidt, 2021). C) Galería de moléculas para visualizar su simetría (Otterbein University, [s.f.](#)). (Figura modificada de Sánchez et al., 2025).

En particular, se solicitó a los estudiantes:

- Representar distintos orbitales atómicos y moleculares,
- Identificar los tipos de enlaces presentes en las moléculas seleccionadas,
- Reconocer y clasificar las geometrías moleculares,
- Identificar elementos de simetría,
- Relacionar la energía de los orbitales con los diagramas de orbitales moleculares correspondientes.

Esta propuesta buscó fomentar una interacción activa del estudiante con los modelos digitales, promoviendo la exploración autónoma con la ayuda de guías para la utilización de los programas. El propósito pedagógico central fue que los alumnos pudieran identificar, por sí mismos, qué representaciones resultaban más adecuadas para dar cuenta de las propiedades solicitadas en las consignas, fortaleciendo así la articulación entre el modelo visual (proporcionado por la herramienta digital) y los conceptos teóricos subyacentes.

Entre los resultados esperados de la actividad se encontraban, por ejemplo: la construcción de diagramas de orbitales moleculares con sus respectivos niveles de energía, la determinación del número de enlaces mediante el cálculo del orden de enlace, y el análisis de la polaridad molecular en función de la simetría. Este último aspecto resulta particularmente valioso, ya que permite anticipar propiedades fisicoquímicas como la solubilidad o los puntos de fusión y ebullición, temas que se abordan más adelante en el desarrollo de la asignatura.

## 5. Evaluación de la propuesta didáctica: pretest y postest

A partir del análisis de las respuestas obtenidas en las encuestas estudiantiles, y en consonancia con los principios de la metodología de investigación-acción, se consideró pertinente incorporar un instrumento adicional de carácter cuantitativo que permitiera evaluar de manera sistemática la efectividad del plan de acción implementado. Dado que dicho plan contemplaba principalmente la realización de una clase de trabajo práctico, se optó por emplear un instrumento de evaluación tipo examen, alineado con las evaluaciones habituales que se realizan al finalizar este tipo de actividades en condiciones de cursada normales.

No obstante, debido a las limitaciones estructurales impuestas por el número reducido de comisiones disponibles (una o dos por cuatrimestre, según la cantidad de estudiantes inscriptos), no fue posible implementar un grupo de control. Por ello, se adoptó un diseño cuasi-experimental, específicamente bajo la modalidad de pretest-postest. (Harris et al., 2006; Shadish et al., 2002) Este enfoque consistió en evaluar a los estudiantes en dos momentos: antes del desarrollo del trabajo práctico, una vez dictados los contenidos teóricos correspondientes (pretest), y posteriormente, luego de la realización de la actividad práctica (postest). En ambas instancias, se utilizaron las mismas preguntas, cuidadosamente seleccionadas para evaluar aspectos directamente relacionados con los tres ejes temáticos abordados en el trabajo práctico: simetría molecular, orbitales atómicos y moleculares, y diagramas de orbitales moleculares. Algunos ejemplos ilustrativos de las preguntas empleadas se presentan en la Figura 6.

**Actividades**

**1. Simetría**

En función de las moléculas vistas en la guía tutorial, buscá algunas que te resulten de interés(en internet, guías de problemas, etc). Elegí de entre ellas algunas donde se puedan ver claramente los siguientes elementos de simetría (pueden ser varias moléculas donde cada una tenga uno o más o una molécula donde se vean todos):

- un eje de rotación propio;
- un plano de simetría;
- un punto de inversión

Graficala/s la molécula con ayuda de algunas de las herramientas de clase<sup>1</sup> y sacá captura de pantalla(o foto). Detallá en el informe que elementos de simetría posee y si tendría momento dipolar o no. Además, si se encuadra dentro de algunas de las geometrías dadas en clase especificá a cual/es.

**2. Orbitales y enlace**

- Para el átomo de cloro( ya que este es el átomo que toma como referencia el programa "Dr. Gutow's Atomic Orbital Viewer") dibujá con ayuda del software <sup>1</sup>: 3 orbitales *s* de diferente número cuántico principal; 3 orbitales *p* del mismo número cuántico principal y 4 orbitales *d* del mismo número cuántico principal. Recordá sacar captura de pantalla o foto para el informe y en las imagenes se tiene que entender que se está mostrando lo que se pide.
- Elegí alguna molécula **diatómica**<sup>2</sup> (homonuclear o heteronuclear) de interés (de internet, guías de problemas, etc)y utilizá el software webMO <sup>1</sup> para graficar los orbitales moleculares, sacá captura de pantalla(o foto) para diferentes tipos de orbitales moleculares (al menos 3). Describí de qué tipo de orbital se trata ( procurá buscar moléculas donde se puedan ver algunos orbitales que correspondan a alguna de estas categorías:  $\sigma$ ,  $\pi$ , enlazante, antienlazante ).

<sup>1</sup> si conocés y preferís usar algún programa que no se dio en clase, podés hacerlo  
<sup>2</sup>una molécula diatómica es una molécula que tiene solo **dos** átomos, estos pueden ser del mismo elemento (homonuclear) o de dos elementos distintos(heteronuclear)

**3. Monóxido de Carbono - CO**

El monóxido de carbono presenta algunas particularidades cuando uno plantea su estructura de Lewis. Para evitar dudas uno puede directamente representarlo utilizando orbitales moleculares. Para ello puede utilizar programas como los usados. Utilizá algunos de los programas vistos para obtener sus orbitales. Compará luego con su estructura de Lewis ¿Cuántos enlaces tiene según la teoría de orbitales moleculares? ¿Y según Lewis? Identifica los orbitales según si son enlazantes, antienlazantes, no enlazante,  $\sigma$  o  $\pi$ . ¿Podrías calcular el orden de enlace?

**Recordatorio:**  $O.E = (n^{\circ}e_{enlazantes}^{-} - n^{\circ}e_{antienlazantes}^{-})/2$

**4. Benceno - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>**

El benceno es una molécula muy importante en química y sobre todo en química orgánica. Posee la particularidad que todos sus carbonos están hibridados *sp<sup>2</sup>* y en el mismo plano. Esto permite que haya muchos orbitales *p* que puedan formar orbitales  $\pi$  enlazantes. Con ayuda del buscador del webMO, buscá "benzene" (Lookup, Import, by name) y pedí al software que te dibuje los orbitales. Copiá (con captura de pantalla o foto) y describí el **orbital en el que todos los orbitales *p* se unen de forma enlazante**. Además, comentá y mostrá qué elementos de simetría podés encontrar ¿Se trata de una molécula polar?.

**Entrega de actividades**

Las actividades se entregan individualmente, en formato pdf exclusivamente y por el entorno virtual. Recuerden que cualquier información que saquen de internet (incluso los programas que utilizaron) o libros deben agregarlo en un apartado de bibliografía/recursos al final de su trabajo. **Recordá:**No está mal copiar información pero se debe decir de donde viene, y cuando es copia textual se debe citar.

**Figura 5.** Actividades presentadas a los alumnos en el trabajo práctico para que realicen utilizando las herramientas informáticas suministradas en clase. (Figura de elaboración propia).

La primera implementación de esta propuesta tuvo lugar durante el primer cuatrimestre de 2019. En dicha ocasión, además del instrumento de evaluación pretest-postest, se administró en paralelo una encuesta preliminar, destinada a recabar información contextual sobre los estudiantes, así como sus motivaciones, percepciones iniciales y sensaciones respecto al desarrollo de la cursada. Cabe señalar que esta fue la única ocasión en la que la evaluación pretest-postest se realizó en formato escrito. En implementaciones posteriores, se optaron por formatos virtuales, adecuados al contexto y modalidades de enseñanza vigentes. Los enunciados completos correspondientes a los instrumentos de evaluación pretest y postest utilizados en cada una de las implementaciones pueden consultarse en el [anexo](#).

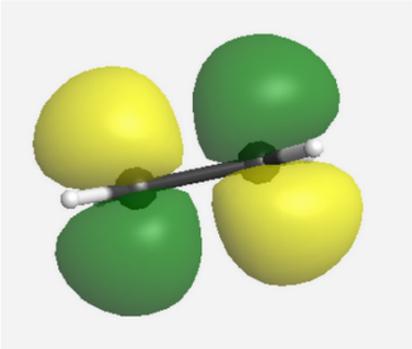
Tras la primera aplicación del esquema pretest-postest, se realizó un análisis preliminar de los resultados obtenidos en el ámbito de la cátedra, lo cual sirvió como insumo para una revisión crítica de los objetivos y metodologías desde la perspectiva de la investigación-acción. Como resultado de estas reflexiones, no se efectuaron modificaciones sustanciales al plan de acción general, dado que la propuesta didáctica inicial fue considerada pertinente y coherente con los objetivos planteados. No obstante, se introdujeron mejoras en aspectos formales y de contenido con el fin de optimizar la presentación de las actividades prácticas ante los estudiantes y de facilitar su comprensión. En particular, se puso especial énfasis en fortalecer el aprendizaje en el uso de los diferentes programas de modelado molecular empleados.

A partir del año 2020, la implementación presencial de estas prácticas se vio alterada por las restricciones impuestas en el marco del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) decretado a raíz de la pandemia de COVID-19. Esta situación imposibilitó la realización presencial y sincrónica de las actividades de evaluación. Sin embargo, dado que las herramientas utilizadas eran en su mayoría accesibles de forma libre y disponibles en línea, fue posible adaptar la propuesta con relativa facilidad al nuevo contexto virtual. La virtualización de emergencia propiciada por la situación sanitaria permitió además sistematizar el uso de plataformas como Google Drive y, posteriormente, la integración de estas actividades en el entorno Moodle del aula virtual de la Universidad Nacional del Litoral (UNL).

Desde ese momento en adelante (2020), tanto la aplicación de los instrumentos de evaluación (pretest y postest) como la entrega de informes prácticos se realizaron íntegramente de forma virtual a través de la plataforma institucional Moodle. Específicamente, aunque los pretest y postest fueron administrados en formato digital, se procuró que su realización fuese sincrónica, con el objetivo de garantizar condiciones equitativas de evaluación para todos los estudiantes participantes.

Finalmente, a modo de síntesis, en la Tabla 1 se presenta un esquema que resume todos los instrumentos metodológicos utilizados a lo largo de los distintos cuatrimestres comprendidos en el presente estudio.

¿Identificás lo que se ve en la imagen?



¿Es alguna de estas opciones?

Seleccione una:

- un orbital atómico
- un orbital molecular
- un orbital de enlace
- un orbital de antienlace
- la densidad electrónica

Ordene los siguientes compuestos de boro por su polaridad (BF<sub>3</sub>, BF<sub>2</sub>H, BFH<sub>2</sub>, BH<sub>3</sub>):

BF<sub>3</sub>

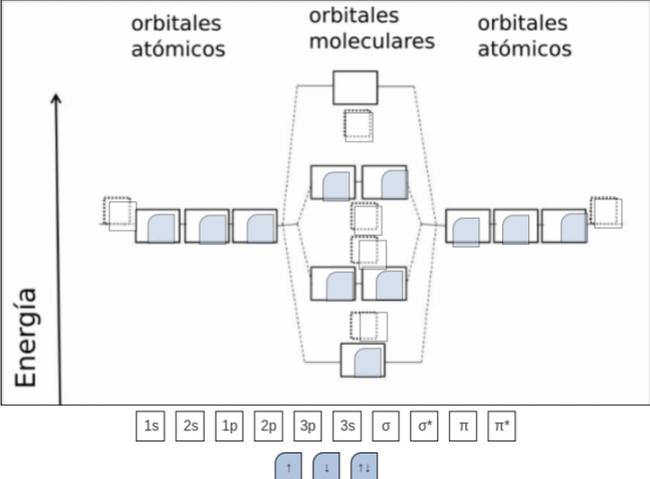
BF<sub>2</sub>H

BFH<sub>2</sub>

BH<sub>3</sub>

muy polar  poco polar  no polar

Para el caso de la molécula de O<sub>2</sub>, completá el diagrama con los electrones que le corresponden:



**Figura 6.** Algunos ejemplos de preguntas realizadas en los cuestionarios pretest/postest. (Figura modificada de Sánchez et al., 2025).

**Tabla 1.** Esquema resumiendo los datos tomados durante los períodos estudiados.

Período	Encuesta inicial	Encuesta de evaluación de cátedra	Pretest-Postest
<b>2018</b>			
1er Cuat.		✓	
2do Cuat.	✓	✓	
<b>2019</b>			
1er Cuat.		✓	✓
2do Cuat.			
<b>2020</b>			
1er Cuat.	✓		✓
2do Cuat.	✓		✓
<b>2021</b>			
1er Cuat.	✓		✓
2do Cuat.	✓		
<b>2024</b>			
1er Cuat.			✓

### Resultados

---

En este capítulo se exponen y analizan los resultados obtenidos a partir de los instrumentos de recolección de datos presentados en el Capítulo 3. La presentación de los datos se realiza de forma lineal dentro del desarrollo del texto, aunque no necesariamente siguiendo un orden cronológico, con el objetivo de mantener una estructura clara y coherente que facilite la comprensión del proceso investigativo.

Dado que se trata de una investigación-acción, varios de los instrumentos implementados se retroalimentan mutuamente, permitiendo ajustar y avanzar en el desarrollo del plan de acción (Kemmis y McTaggart, 1992). En este sentido, el análisis se inicia con los resultados obtenidos de las encuestas de evaluación de cátedra, que brindan una primera aproximación a la percepción del estudiantado sobre la propuesta didáctica implementada. A continuación, se abordan las reflexiones y comentarios derivados de las encuestas iniciales, cuya interpretación resultó fundamental para redefinir ciertas estrategias en el transcurso del proceso. Finalmente, se presentan y discuten los resultados correspondientes a los pretest y postest aplicados, los cuales permiten evaluar de manera comparativa los aprendizajes logrados y los efectos de la intervención didáctica.

#### 1. Encuestas de evaluación de cátedra

En la Sección 3 del Capítulo 3 se detallan las principales preguntas incluidas en las encuestas, mientras que los instrumentos completos pueden consultarse en el [anexo](#) correspondiente. De entre todas las preguntas formuladas, se priorizó el análisis de aquellas que indagan sobre las dificultades percibidas por los estudiantes —es decir, los temas que identifican como particularmente complejos—, así como aquellas que exploran la resonancia de los contenidos con sus propios intereses, es decir, la relevancia que atribuyen a determinados temas en el marco de su formación profesional.

Estas preguntas fueron seleccionadas como eje de análisis por considerarse fundamentales para identificar qué temáticas resultan más significativas para el estudiantado, tanto desde la perspectiva del grado de dificultad percibido como desde su valoración en términos de pertinencia curricular. Este enfoque permitió establecer criterios orientadores para la selección y el diseño de estrategias didácticas más acordes con las necesidades e intereses del grupo destinatario.

En las Tablas 2 y 3 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en las primeras encuestas, considerando las dos dimensiones de análisis previamente mencionadas: la dificul-

**Tabla 2.** Resumen de respuestas de las encuestas respecto a que temas consideran los alumnos más difíciles. Se encuentran resaltados en negrita los valores que han obtenido mayor porcentaje respecto al resto. N es el número de encuestados.

Tema	2018-Ic (N=18)	2018-IIc (N=9)	2019-Ic (N=16)
Conceptos generales	0 %	0 %	6,3 %
Formulación, Nomenclatura y Estequiometría	0 %	11,1 %	12,5 %
Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlace	<b>16,7 %</b>	0 %	<b>25 %</b>
Estados de la Materia	0 %	0 %	0 %
Soluciones y dispersiones	11,1 %	11,1 %	6,3 %
Termodinámica Química	11,1 %	<b>33,3 %</b>	<b>18,8 %</b>
Equilibrio de Fases	5,6 %	0 %	0 %
Equilibrio Químico	5,6 %	0 %	6,3 %
Equilibrio Ácido-Base	<b>22,2 %</b>	11,1 %	<b>18,8 %</b>
Equilibrio de solubilidad	<b>22,2 %</b>	11,1 %	<b>25 %</b>
Reacciones Redox	16,7 %	11,1 %	6,3 %
Cinética Química	<b>38,9 %</b>	<b>66,7 %</b>	<b>31,3 %</b>
Química Nuclear	11,1 %	0 %	12,5 %
Química Teórica y Computacional	5,6 %	11,1 %	12,5 %

tad percibida y la relevancia atribuida por los estudiantes. Estos resultados corresponden a los diferentes cuatrimestres en los que se aplicaron los instrumentos.

A partir de los datos recogidos en la primera encuesta, realizada durante el primer cuatrimestre de 2018 (Tabla 2), se identificaron una serie de temas que se encuentran dentro de los que mayor presentan mayor dificultad, dichos temas son «Cinética Química», «Equilibrio Ácido-Base», y «Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlace», además en la Tabla 3 se identificó que, entre los que los alumnos consideran temas con mayor relevancia se encuentran «Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlace», «Soluciones y dispersiones», «Equilibrio Químico» y «Reacciones Redox». A partir de esto se puede ver que el tema de «Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlace» se encuentra en ambas categorías. Este hallazgo fue especialmente significativo y, como se indicó en el Capítulo 1, se consideró estratégico en el contexto de la cátedra de Química General, donde se cuenta con docentes con trayectoria en investigación en química teórica y modelado computacional. En consecuencia, se decidió capitalizar la experiencia del equipo docente para abordar este contenido —complejo y abstracto por naturaleza— mediante el diseño y la implementación de una propuesta de trabajo práctico orientada a mejorar la comprensión de la estructura electrónica de átomos y moléculas. En las encuestas posteriores (cuyos resultados también se presentan en la Tablas 2 y 3), aunque se observaron algunas variaciones en los resultados, la tendencia general se mantuvo, lo que reforzó la decisión tomada respecto al enfoque didáctico adoptado.

Es importante señalar que, una vez cumplido el objetivo de estas encuestas —esto es, identi-

**Tabla 3.** Resumen de respuestas de las encuestas respecto a que temas consideran los alumnos más relevantes. Se encuentran resaltados en negrita los valores que han obtenido mayor porcentaje respecto al resto. N es el número de encuestados.

Tema	2018-Ic (N=18)	2018-IIc (N=9)	2019-Ic (N=16)
Conceptos generales	0 %	0 %	0 %
Formulación, Nomenclatura y Estequiometría	0 %	0 %	0 %
Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlace	<b>44,4 %</b>	<b>44,4 %</b>	18,8 %
Estados de la Materia	5,6 %	<b>33,3 %</b>	6,3 %
Soluciones y dispersiones	<b>27,8 %</b>	11,1 %	6,3 %
Termodinámica Química	22,2 %	<b>33,3 %</b>	12,5 %
Equilibrio de Fases	0 %	11,1 %	0 %
Equilibrio Químico	<b>33,3 %</b>	22,2 %	12,5 %
Equilibrio Ácido-Base	22,2 %	0 %	6,3 %
Equilibrio de solubilidad	0 %	11,1 %	6,3 %
Reacciones Redox	<b>33,3 %</b>	<b>55,6 %</b>	<b>18,8 %</b>
Cinética Química	16,7 %	11,1 %	18,8 %
Química Nuclear	22,2 %	0 %	<b>37,5 %</b>
Química Teórica y Computacional	16,7 %	<b>44,4 %</b>	<b>31,3 %</b>

ficar temáticas clave desde la perspectiva del estudiantado para orientar la intervención didáctica—, se consideró que su aplicación ya no era necesaria. Por este motivo, se discontinuó su uso a partir del segundo cuatrimestre de 2019.

Por otra parte, otro factor que corroboraba la dificultad que los estudiantes presentaban respecto de este tema se evidenciaba tanto en los resultados obtenidos en los exámenes como en la redacción de los informes correspondientes a la clase de trabajo práctico diseñada en el marco de esta tesis. En ambos casos se observaban con frecuencia errores conceptuales fundamentales, así como dificultades en la resolución de problemas vinculados a esta temática, lo que reforzaba la necesidad de desarrollar estrategias didácticas específicas para abordar estos obstáculos en el aprendizaje.

## 2. Respuestas de las encuestas iniciales

En las encuestas iniciales, las preguntas pueden agruparse según las siguientes categorías, que permiten organizar y focalizar el análisis de los datos recogidos:

1. Datos y caracterización de grupo
2. Estadísticas de uso de nuevas tecnologías
3. Ideas previas sobre la carrera y las temáticas que trata

#### 4. Concepciones e ideas previas de contenido de química

Respecto a los datos de caracterización del grupo, en términos generales se trata de estudiantes que provienen, en su mayoría, de escuelas con orientación en ciencias naturales o de instituciones de formación técnica. Asimismo, la mayoría de ellos ya ha tenido contacto previo con herramientas informáticas aplicadas a actividades académicas, ya sea en el marco de sus estudios secundarios o en instancias iniciales de su formación universitaria.

En cuanto a las ideas previas sobre la carrera, se observa una notable heterogeneidad en las respuestas, tanto en relación con los temas que resultan de mayor interés para los estudiantes como en aquellos que consideran importantes para su formación profesional. La única respuesta recurrente entre los encuestados es la percepción compartida de que la carrera universitaria demandará una inversión significativa de tiempo y esfuerzo. Esta expectativa inicial refleja una conciencia generalizada sobre el nivel de compromiso requerido, lo cual puede incidir tanto en la motivación como en la organización del estudio durante los primeros tramos de la formación académica.

Finalmente, en relación con las concepciones previas, las preguntas formuladas se presentan en la Figura 3 (la versión completa de la encuesta puede consultarse en el [anexo](#)). La pregunta a) de dicha figura fue respondida correctamente por la gran mayoría de los estudiantes, lo que sugiere un conocimiento básico compartido en ese aspecto. Sin embargo, en el resto de las preguntas —que incluían distintas representaciones de fenómenos químicos o de conceptos homologables con nociones químicas— se observó una notable heterogeneidad en las respuestas, en función de la formación previa del estudiantado.

Se identificaron, además, una aparente intuición química en algunos conceptos, aunque aplicadas de manera incorrecta o con escasa precisión. Esto fue particularmente evidente en torno al concepto de orbital, donde, por ejemplo, ante representaciones gráficas de distintos orbitales, algunos estudiantes afirmaban que se trataba de átomos, enlaces o incluso de otras moléculas como butano o ciclohexano, que no guardaban relación con la imagen mostrada.

Si bien estas concepciones erróneas resultan esperables en el contexto de estudiantes ingresantes a una carrera en química, es relevante contar con esta caracterización inicial. Definir una línea de base sobre los conocimientos y concepciones con los que llegan los estudiantes permite ajustar las estrategias pedagógicas y establecer un punto de partida más adecuado para el abordaje de contenidos complejos.

### 3. Puntajes pretest y postest

Los pre y postests se realizaron el 1<sup>er</sup> cuatrimestre de 2019, 1<sup>er</sup> cuatrimestre de 2020, 2<sup>do</sup> cuatrimestre de 2020, 1<sup>er</sup> cuatrimestre de 2021 y 1<sup>er</sup> cuatrimestre de 2024. Cabe destacar que los períodos de 2020 y 2021 ocurrieron dentro del período de ASPO (Aislamiento social preventivo y obligatorio) en el marco de la pandemia mundial de COVID-19. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por período y según cada una de las dimensiones evaluadas. Tal como se detalló en el apartado metodológico (Capítulo 3), las dimensiones consideradas para el análisis fueron: Simetría, Orbitales y Diagrama de orbitales moleculares.

La representación de los datos se realiza en dos niveles de análisis. En primer lugar, se evalúa

el puntaje promedio obtenido por los estudiantes en cada una de estas dimensiones, normalizado en base 1 (es decir, un valor de 1 equivale al 100 % de respuestas correctas). En segundo lugar, se incorpora una visualización de la variación individual del puntaje entre el pretest y el postest, lo que permite identificar el cambio en el desempeño de cada estudiante. Esta última variable resulta especialmente útil para observar tendencias de mejora, estabilidad o, en un número reducido de casos, disminución en el rendimiento luego de la implementación de la intervención didáctica.

Este enfoque mixto de análisis —promedio general y evolución individual— permite una comprensión más profunda del impacto de la propuesta en el aprendizaje de los contenidos evaluados.

### 1<sup>er</sup> Cuatrimestre de 2019

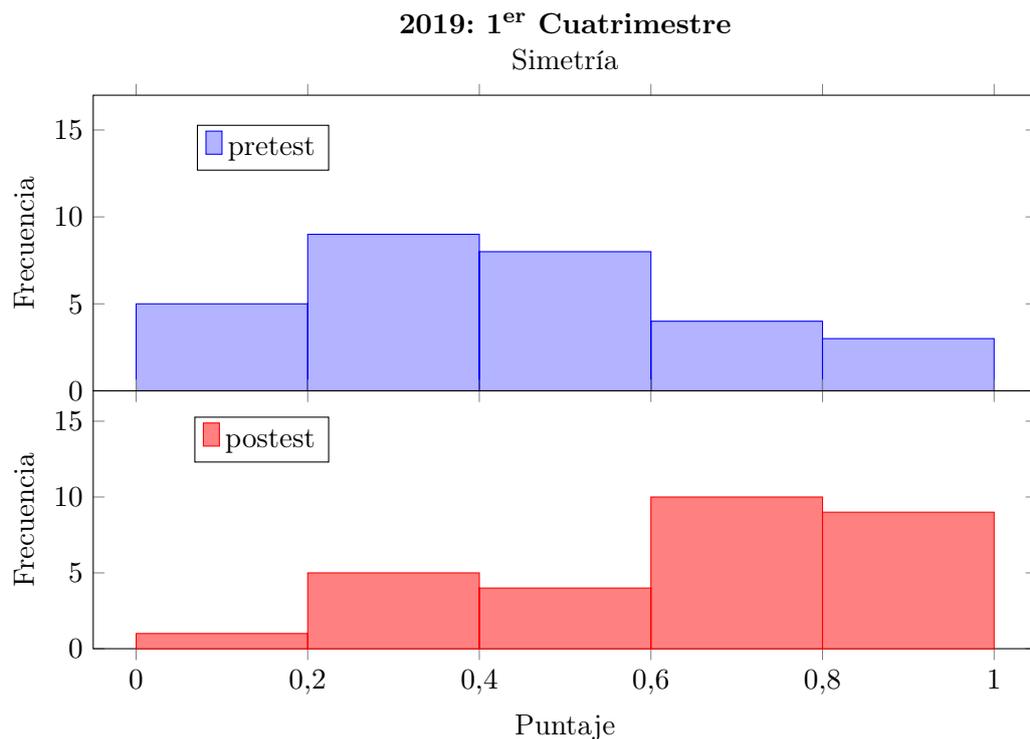
Luego de diseñar la propuesta didáctica la primera implementación del trabajo práctico de simetría molecular y modelado se realizó en el primer cuatrimestre de 2019 para las carreras de Licenciatura en Química, Profesorado en Química y Químico Analista. Para esta primera realización los test (tanto pretest como postest) se hicieron de manera presencial y por escrito, para el postest se les facilitó el mismo examen que ellos realizaron en el pretest para que realicen las correcciones que creyeran pertinentes. Luego, se evaluaron las correcciones de los alumnos sobre su propio trabajo. Este fue el único examen que se realizó de esta manera dado que se trataba de condiciones de cursada previas al ASPO del año 2020.

Los resultados para este año solo se evaluaron para las categorías «simetría» y «diagrama de orbitales» ya que las preguntas diseñadas solo contemplaban dichos temas. Los resultados que se ven en la figura 7 y 8 muestran la distribución de puntajes para cada categoría para el pretest y para el postest.

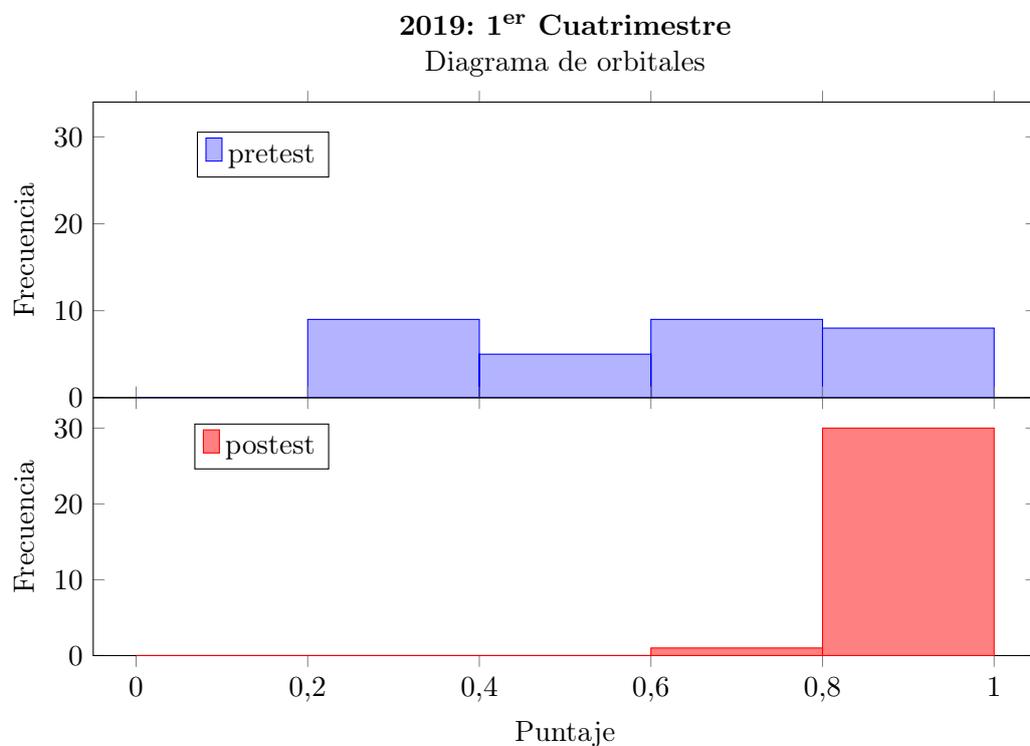
Para la categoría «Simetría» en la figura 7 se puede ver que la distribución de puntajes es dispersa con una concentración por debajo de 0,6 (de un máximo de 1) mientras que la tendencia posteriormente en el postest se invierte, teniendo a la mitad de alumnos por encima de 0,6 puntos.

Luego, para la categoría «Diagrama de Orbitales» en la figura 8, se ve una distribución dispersa de puntajes durante el pretest, pero luego en el postest prácticamente la totalidad de los estudiantes lograron responder correctamente a la consigna.

En ambas categorías se puede ver una mejora en el puntaje de las respuestas, dando un indicio de que existe una mejor comprensión del tema. Debido al carácter de cuasi-experimental de esta parte del estudio, si bien los resultados dan unos primeros indicios de mejora, es necesario replicar la experiencia en subsiguientes cuatrimestres para verificar lo observado.



**Figura 7.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Simetría», realizados durante el primer cuatrimestre de 2019.



**Figura 8.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Diagrama de orbitales», realizados durante el primer cuatrimestre de 2019.

### 1<sup>er</sup> Cuatrimestre de 2020

A partir del año 2020, y considerando las respuestas y resultados obtenidos en cohortes anteriores, se procedió a una reformulación y reorganización de las preguntas del pretest y postest, las cuales se estructuraron ahora en tres categorías específicas: Simetría, Orbitales y Diagrama de orbitales moleculares. Debido a las condiciones excepcionales impuestas por el ASPO, decretado en el marco de la pandemia de COVID-19, los instrumentos de evaluación fueron implementados en formato virtual, utilizando cuestionarios en la plataforma Moodle, alojada en el entorno virtual de la Universidad Nacional del Litoral (UNL).

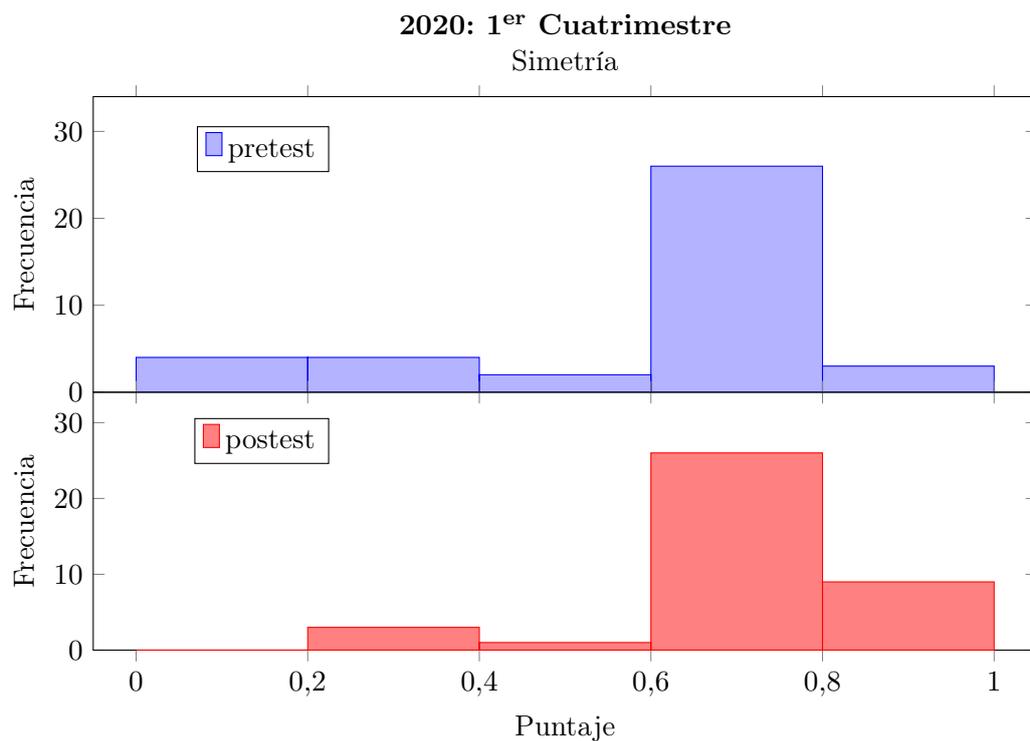
El pretest se administró el mismo día en que se realizaba el trabajo práctico, antes de comenzar con las actividades, mientras que el postest quedó habilitado para ser completado durante el día siguiente. Las preguntas correspondientes a las categorías de «Simetría» y «Orbitales» fueron ponderadas por igual. En cambio, para la categoría «Diagrama de orbitales», se asignó un mayor peso (70 % del puntaje total de la categoría) al llenado correcto del diagrama, dada su complejidad conceptual.

Los resultados para las categorías «Simetría», «Orbitales» y «Diagrama de orbitales» se pueden ver en las Figura 9, 10 y 11 respectivamente. Además, los cambios de puntaje por alumno entre pretest y postest se pueden ver para cada categoría en las Figuras 21, 22 y 23.

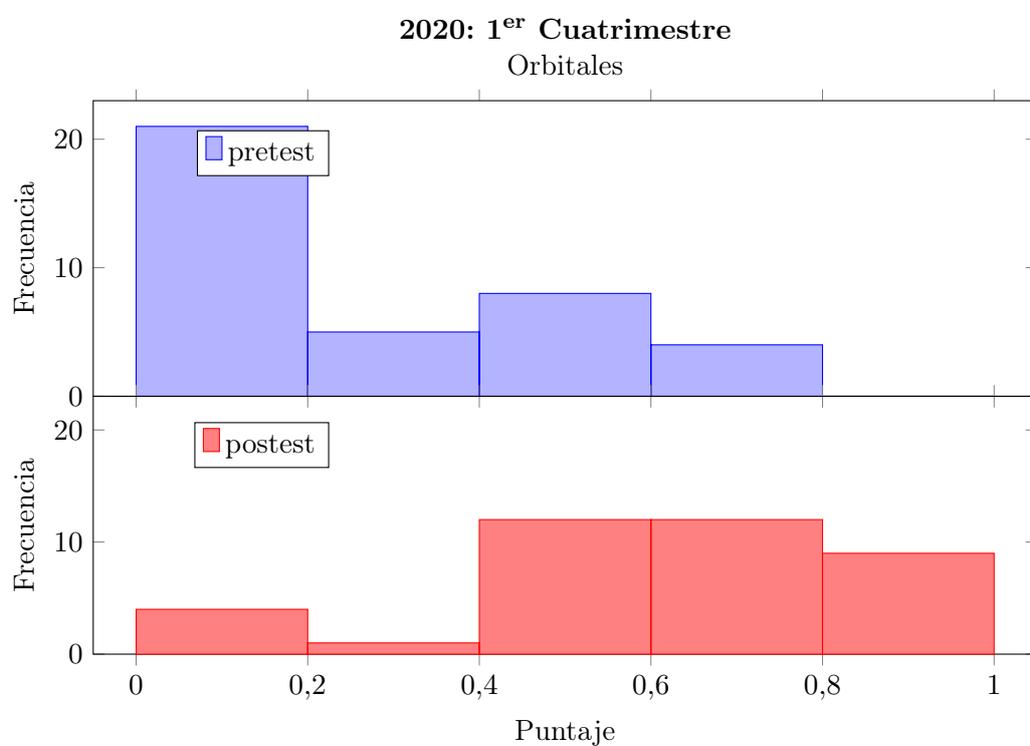
Para la categoría «Simetría» (Figura 9 y Figura 21) se observa que la mayoría de los estudiantes ya partían de un rendimiento elevado en el pretest, con puntajes ubicados por encima de los 0,6 puntos (equivalente a un 60 % de respuestas correctas). Esta tendencia se mantiene en el postest, con variaciones mínimas, lo que indica una alta familiaridad previa con el contenido. Esta estabilidad en el desempeño también se refleja en la Figura 21, donde la mayoría de los cambios de puntaje se concentran en torno al cero, debido a que muchos estudiantes ya habían alcanzado puntajes cercanos al máximo desde el inicio.

En contraste con la categoría anterior, para la categoría «Orbitales» (Figura 10 y Figura 22) mostró inicialmente una mayor dificultad, con una proporción considerable de estudiantes que no alcanzaban el umbral de aprobación en el pretest. Esto podría atribuirse a la falta de familiaridad con las representaciones tridimensionales de los orbitales o a dificultades para reconocer su forma y función química. Sin embargo, luego del trabajo práctico, se observa una mejora significativa en los puntajes, aunque con mayor dispersión, lo que evidencia que, si bien muchos estudiantes mejoraron, la internalización de estos conceptos varió entre individuos. La Figura 22 muestra un desplazamiento notable de los cambios de puntaje hacia valores positivos.

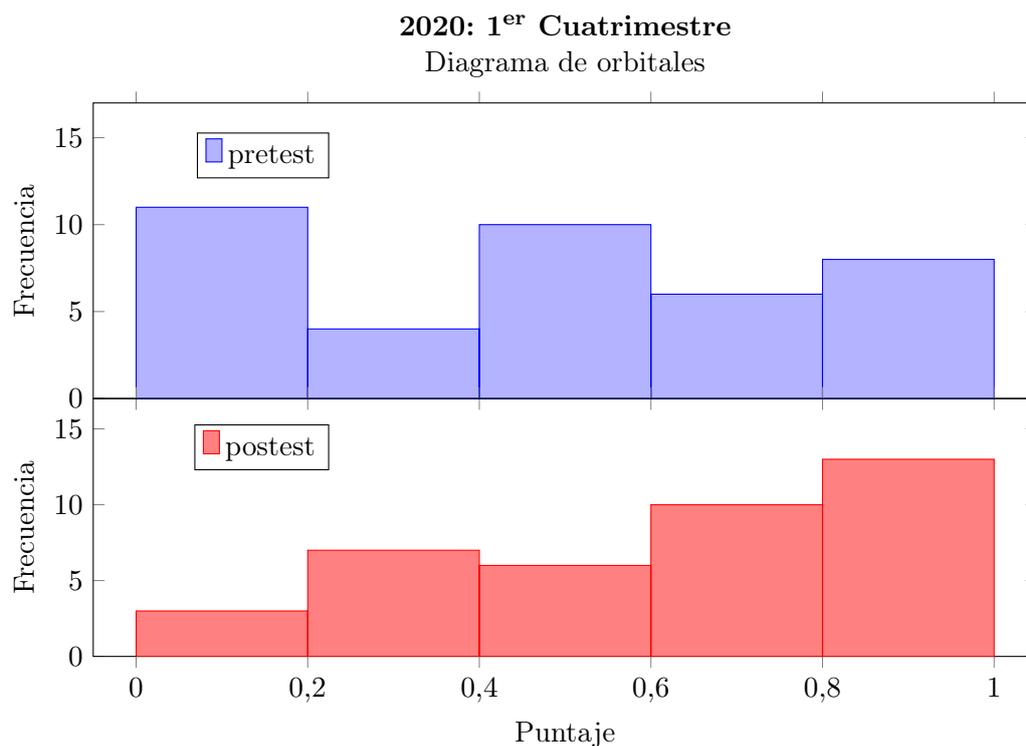
Para la categoría de estudio «Diagrama de orbitales moleculares» (Figura 11 y Figura 23) los puntajes del pretest presentaron una distribución amplia, con resultados heterogéneos. Tras la implementación del trabajo práctico, los puntajes del postest muestran una mejora considerable y generalizada, indicando un avance importante en la comprensión de este contenido específico. La Figura 23 ilustra este cambio de manera clara, con una mayoría de estudiantes mostrando aumentos significativos de puntaje, confirmando el impacto positivo de la intervención didáctica.



**Figura 9.** Distribución de puntajes de pretest y posttest correspondientes a la categoría «simetría», realizados durante el primer cuatrimestre de 2020.



**Figura 10.** Distribución de puntajes de pretest y posttest correspondientes a la categoría «orbitales», realizados durante el primer cuatrimestre de 2020.

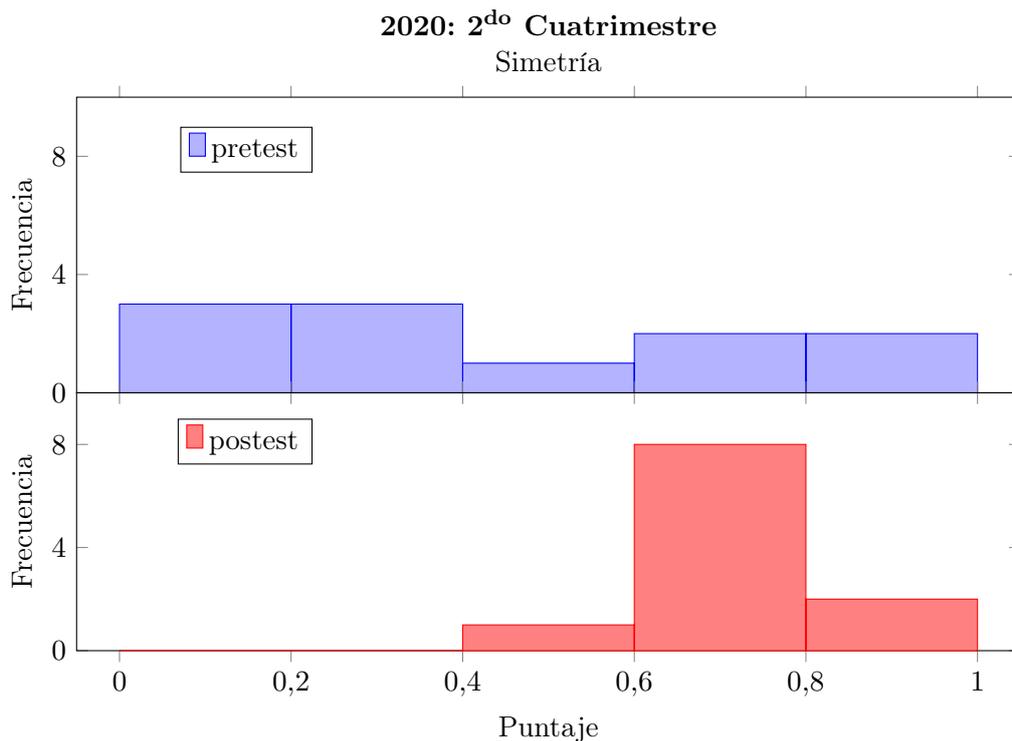


**Figura 11.** Distribución de puntajes de pretest y posttest correspondientes a la categoría «Diagrama de orbitales», realizados durante el primer cuatrimestre de 2020.

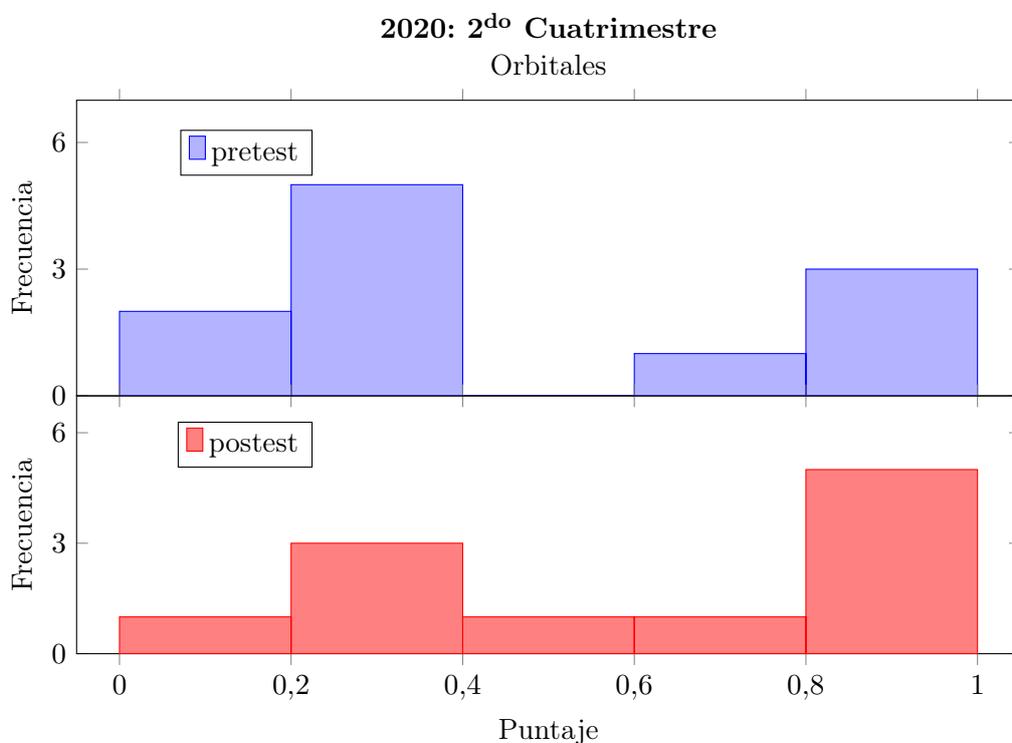
En conjunto, estos resultados permiten observar cómo la propuesta impacta de manera diferencial según el contenido abordado. Mientras que en la categoría de «Simetría» los estudiantes ya poseían un dominio previo al trabajo práctico suficiente, en las categorías de «Orbitales» y especialmente «Diagrama de orbitales», se evidencia un aumento de puntaje significativo tras el trabajo práctico, lo que indicaría una validación la pertinencia y eficacia de la intervención en la enseñanza de estos conceptos complejos.

## 2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2020

Durante el segundo cuatrimestre, al igual que suele suceder en la mayoría de los segundos cuatrimestres del año, la cantidad de estudiantes que cursaron la asignatura fue notablemente reducida. Como consecuencia de ello, el número de participantes que completaron tanto el pretest como el posttest fue bajo, lo cual se refleja en la baja frecuencia de aparición de datos en las representaciones gráficas correspondientes a este período (ver Figuras 12, 13, 14).



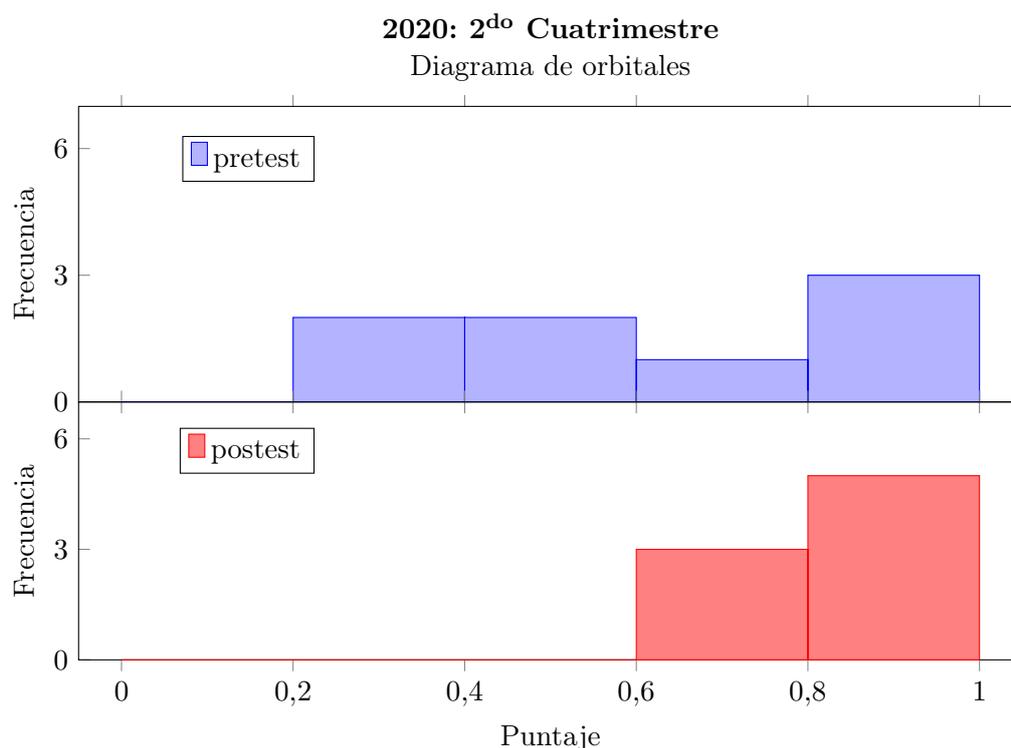
**Figura 12.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «simetría», realizados durante el segundo cuatrimestre de 2020.



**Figura 13.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Orbitales», realizados durante el segundo cuatrimestre de 2020.

La modalidad de aplicación de los instrumentos de evaluación se mantuvo igual que la implementada durante el primer cuatrimestre de 2020, es decir, a través de cuestionarios en línea administrados en la plataforma virtual de la UNL, en el marco de la virtualización forzada por la pandemia de COVID-19.

A pesar del escaso número de casos, los resultados obtenidos muestran una mejora en los puntajes en las tres categorías evaluadas (simetría, orbitales y diagrama de orbitales), lo cual ratifica la tendencia observada en cohortes anteriores respecto a la efectividad de la propuesta didáctica implementada. Sin embargo, debido al tamaño reducido de la muestra, estos datos deben ser interpretados con cautela, ya que no permiten extraer conclusiones estadísticamente robustas, aunque sí aportan indicios cualitativos del impacto positivo de la intervención.



**Figura 14.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Diagrama de orbitales», realizados durante el segundo cuatrimestre de 2020.

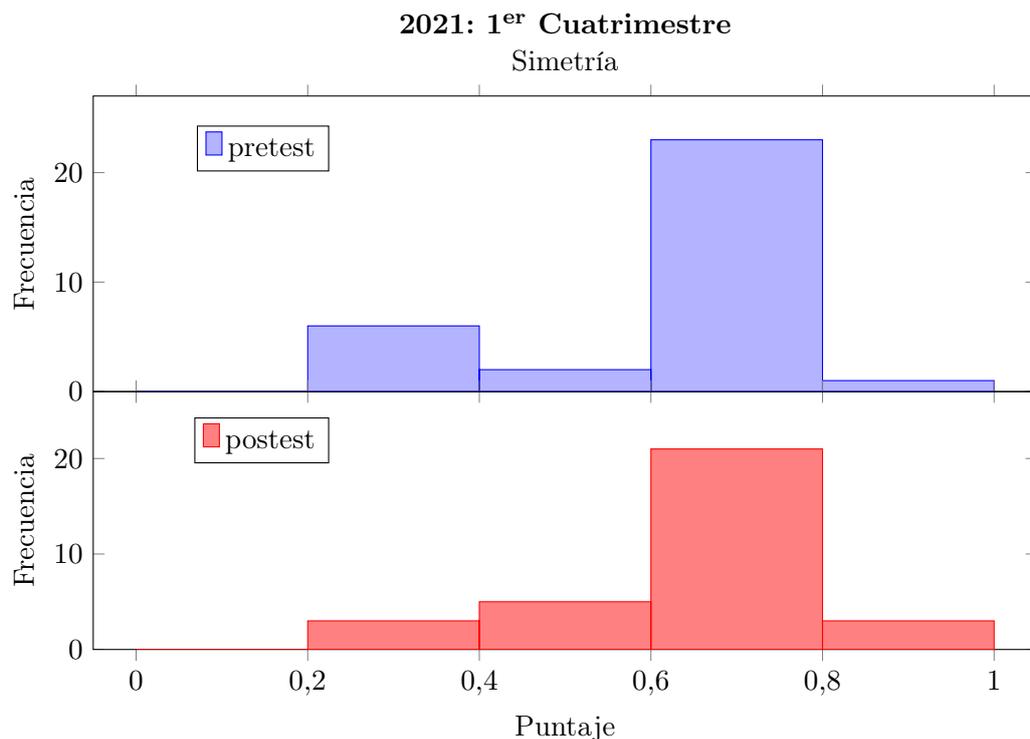
### 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2021

En el año 2021, la implementación de la evaluación mediante cuestionarios se realizó únicamente durante el primer cuatrimestre, dado que en el segundo no se contó con una cantidad suficiente de alumnos para llevar adelante la aplicación. La modalidad de administración del cuestionario continuó realizándose a través de la plataforma Moodle.

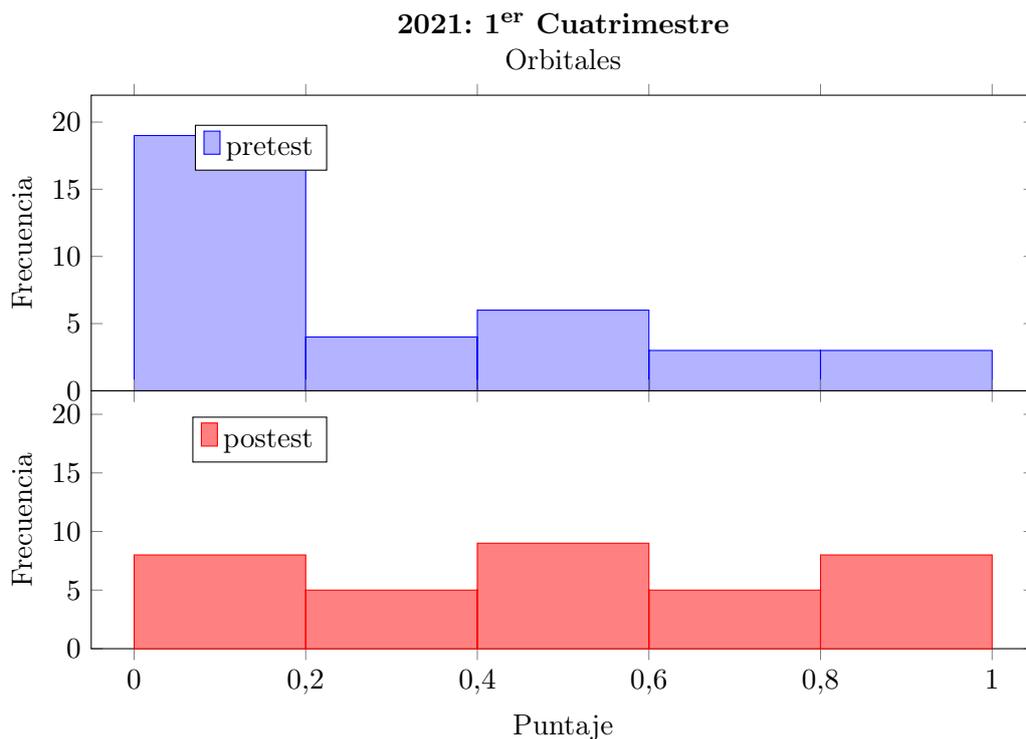
Para este período, en la categoría de «Simetría» (Figura 15), la tendencia en los puntajes se mantuvo prácticamente idéntica a la de años anteriores, presentando solo una leve mejora en el desempeño de los estudiantes. En cambio, para las categorías de «Orbitales» (Figura 16) y «Diagrama de orbitales» (Figura 17) se observan cambios más significativos en la distribución de puntajes. En la categoría de «Orbitales», los puntajes iniciales fueron bastante bajos en el pretest, pero en el postest se observa una distribución más amplia y con mejores resultados, lo

que indica una mejora en la comprensión de los estudiantes. De manera similar, en la categoría de «Diagrama de orbitales», los puntajes iniciales estaban distribuidos y en general eran bajos, pero luego del trabajo práctico la mayoría de los alumnos alcanzó un puntaje superior al umbral de aprobación (0,6).

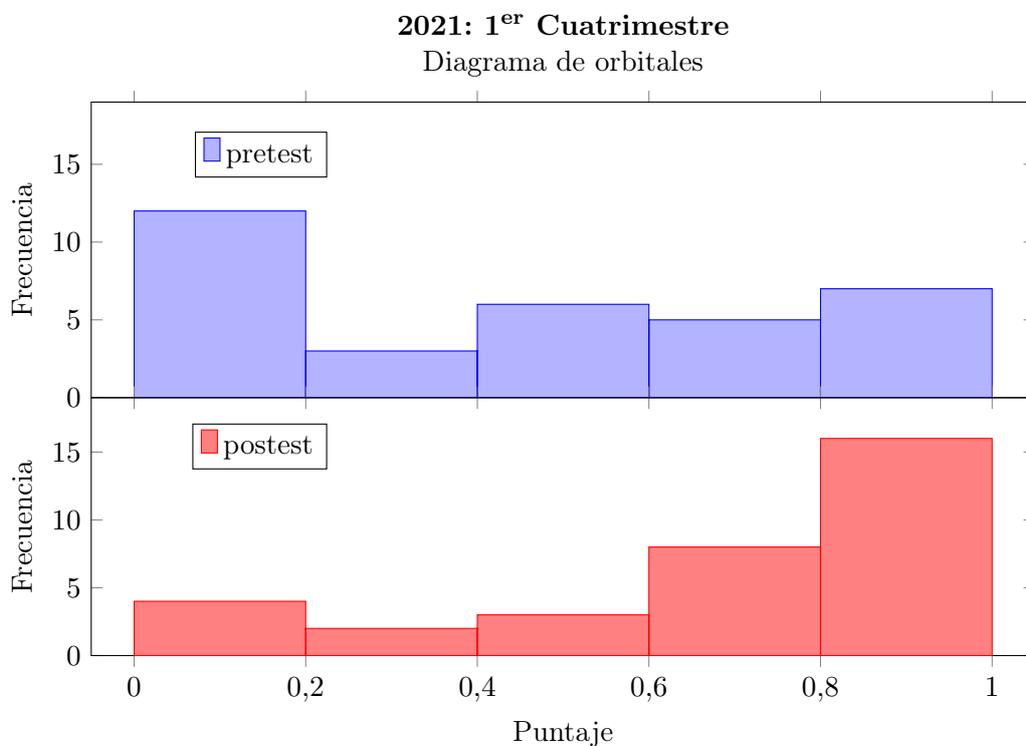
Desde la perspectiva del análisis del cambio en los puntajes individuales las Figuras 21,22 y 23 muestran que, durante este cuatrimestre, las categorías de «Orbitales» y «Diagrama de orbitales» presentan un cambio apreciablemente mayor a cero, confirmando una mejora significativa en el aprendizaje de estos contenidos tras la intervención didáctica.



**Figura 15.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Simetría», realizados durante el primer cuatrimestre de 2021.



**Figura 16.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Orbitales», realizados durante el primer cuatrimestre de 2021.



**Figura 17.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Diagrama de orbitales», realizados durante el primer cuatrimestre de 2021.

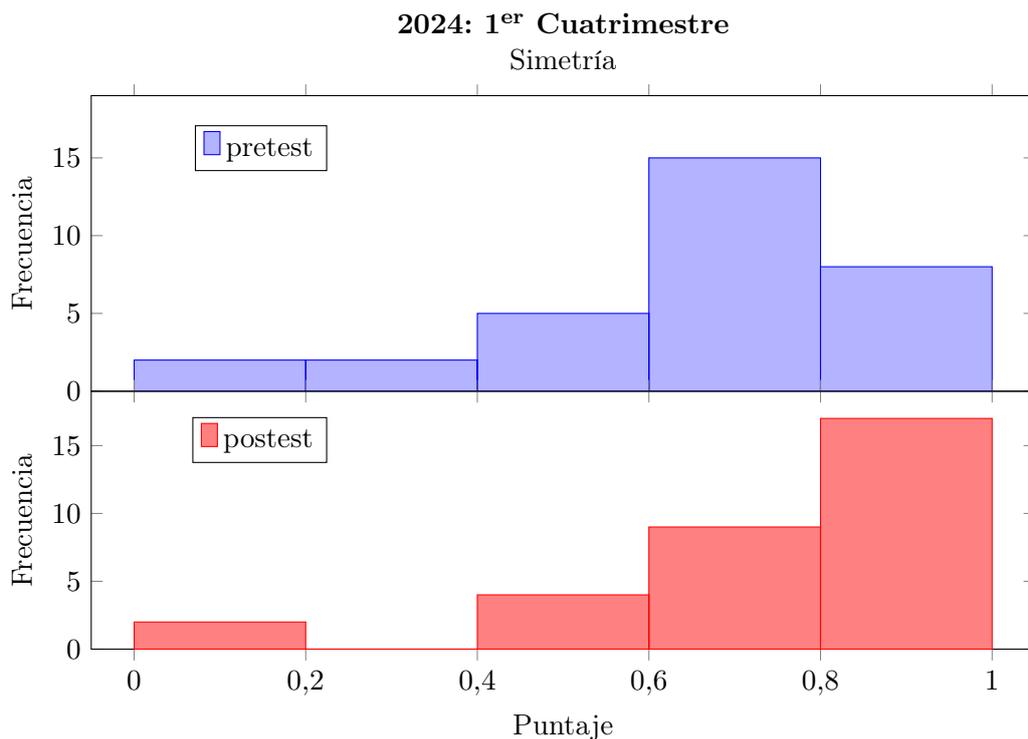
### 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2024

Para dar continuidad al estudio de la presente tesis ya fuera del contexto de pandemia, se decidió llevar a cabo una investigación adicional durante el año 2024, período en el cual las clases se desarrollaban con presencialidad plena. Tanto el pretest como el postest se aplicaron mediante la plataforma Moodle, pero esta vez dentro del horario de clase, garantizando así la supervisión directa durante la evaluación.

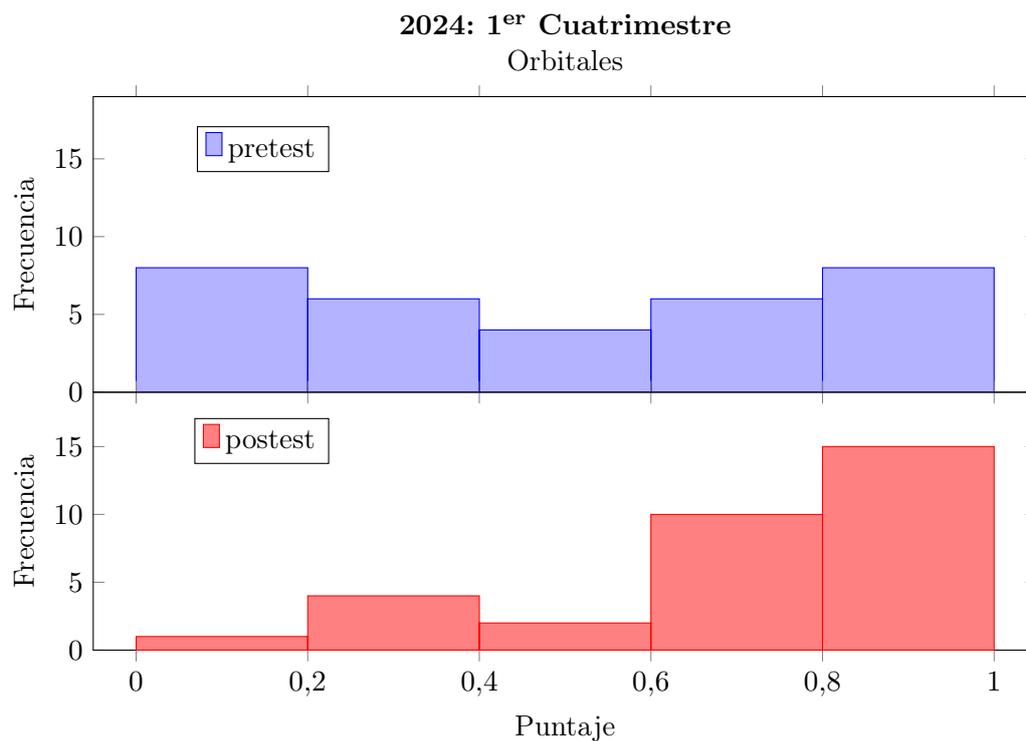
Los resultados obtenidos para la categoría de «Simetría» (Figura 18) muestran que los puntajes no experimentaron cambios significativos entre el pretest y el postest, manteniéndose relativamente estables.

En cuanto a la categoría de «Orbitales» (Figura 19), los puntajes en el pretest presentan una amplia distribución, pero se observa una mejora clara en el postest, donde la mayoría de los estudiantes alcanzó valores por encima del umbral de aprobación (0,6 puntos), indicando un avance en la comprensión del tema tras la intervención.

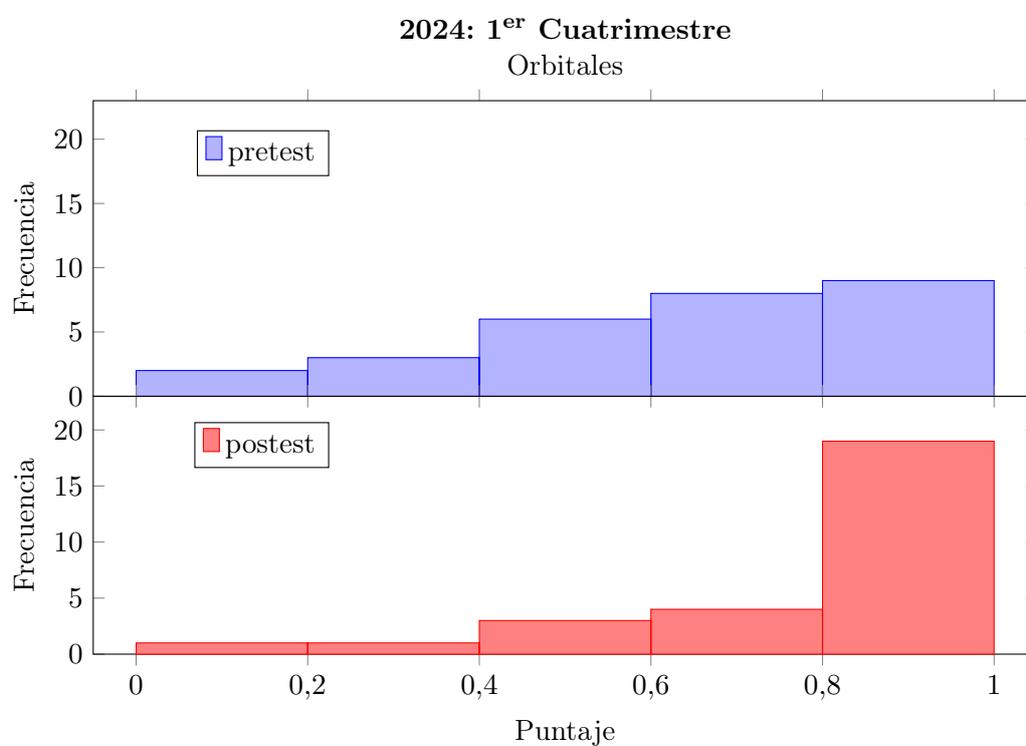
Finalmente, en la categoría de llenado de «Diagramas de orbitales» (Figura 20), los puntajes del pretest ya se encontraban relativamente altos aunque distribuidos, mientras que en el postest se observó una notable concentración de puntajes cercanos al máximo valor posible (1 punto), reflejando un dominio mucho más consolidado de esta habilidad entre los alumnos.



**Figura 18.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Simetría», realizados durante el primer cuatrimestre de 2024.



**Figura 19.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Orbitales», realizados durante el primer cuatrimestre de 2024.



**Figura 20.** Distribución de puntajes de pretest y postest correspondientes a la categoría «Diagrama de orbitales», realizados durante el primer cuatrimestre de 2024.

## Comparación de cambio de puntaje

Como se ha mencionado anteriormente en algunos de los períodos analizados, para un análisis más detallado de los puntajes, se comparó el cambio de puntaje individual de cada estudiante en cada categoría. La principal ventaja de evaluar los cambios radica en poder verificar si efectivamente existe un progreso o mejora en las categorías estudiadas, ya que la distribución general de puntajes no refleja el avance particular de cada alumno.

Para facilitar la comparación, todos los gráficos fueron normalizados para corresponder a un mismo tamaño de muestra. En las Figuras 21, 22 y 23 se presentan estas comparativas para cada categoría, mostrando los resultados de todos los períodos estudiados.

En la mayoría de los gráficos se observa que el cambio que es más frecuente se encuentra cercano a cero, lo que indica que los aumentos en los puntajes no son saltos grandes. Para la categoría «Simetría» (Figura 22), los cambios son pequeños, lo cual coincide con la leve variación general en los puntajes observados. En la categoría «Orbitales» (Figura 22), los cambios son mucho más pronunciados, con aumentos superiores a 0,2 puntos. Finalmente, en la categoría de «Diagrama de orbitales» (Figura 23), se aprecian tanto cambios grandes como pequeños, dependiendo del período en que se tomaron los datos.

Uno de los cambios más destacados e inesperados corresponde a la categoría orbitales durante el segundo cuatrimestre de 2020 (condiciones de ASPO), donde se observa un salto de puntaje muy elevado, atribuible a dos factores principales: un grupo muy reducido de estudiantes y puntajes iniciales muy bajos en comparación con otros períodos.

De forma general, en estos gráficos se identifican dos grandes tendencias:

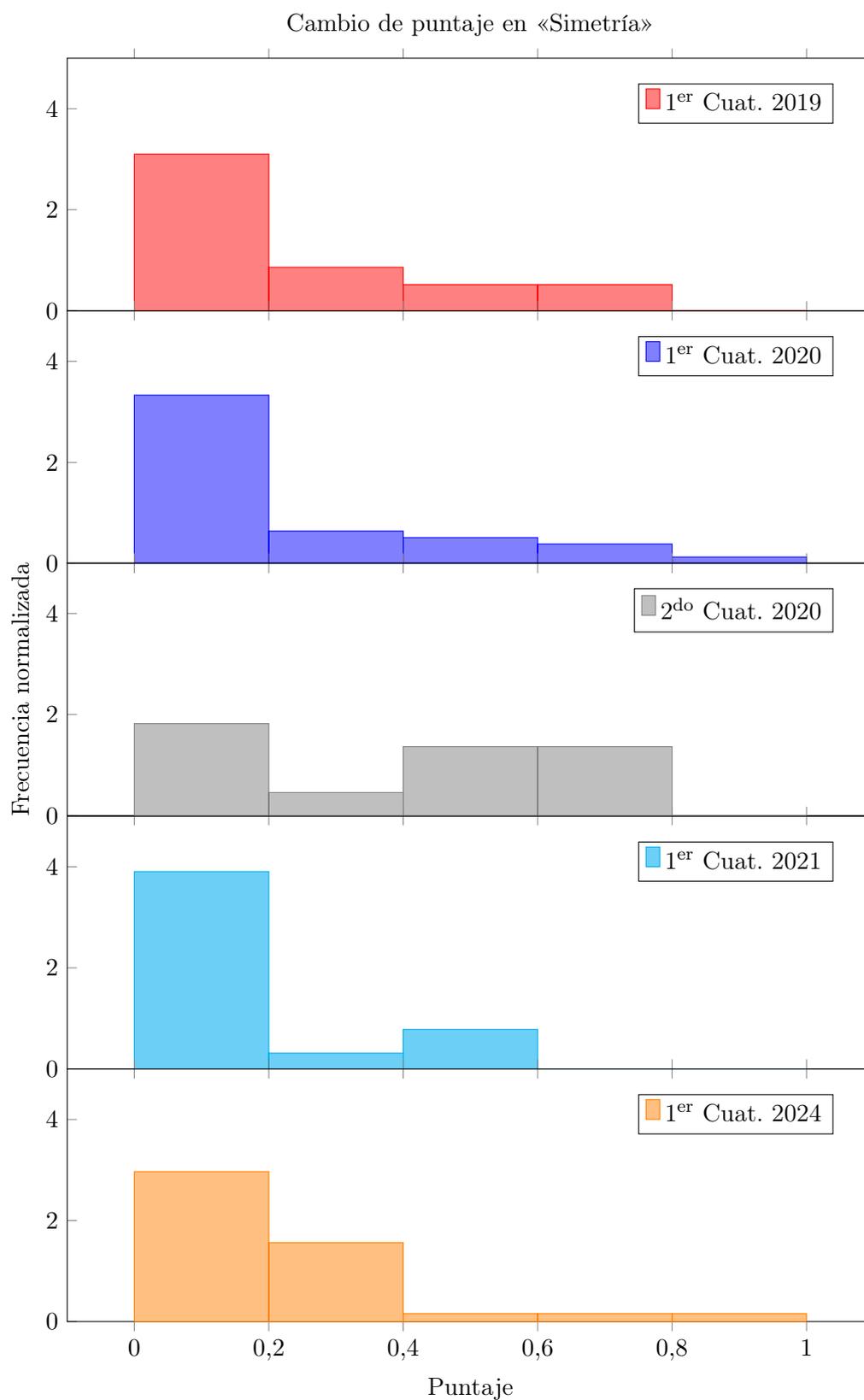
1. Gráficos donde predominan los valores de cambio bajos (por debajo a 0,2) o de cero.
2. Gráficos donde se observa una distribución de valores de cambio en todo el rango.

En el primer caso, se trata de situaciones donde la implementación del trabajo práctico no produjo un impacto significativo más allá de lo ya abordado en las clases teóricas y de resolución de problemas.

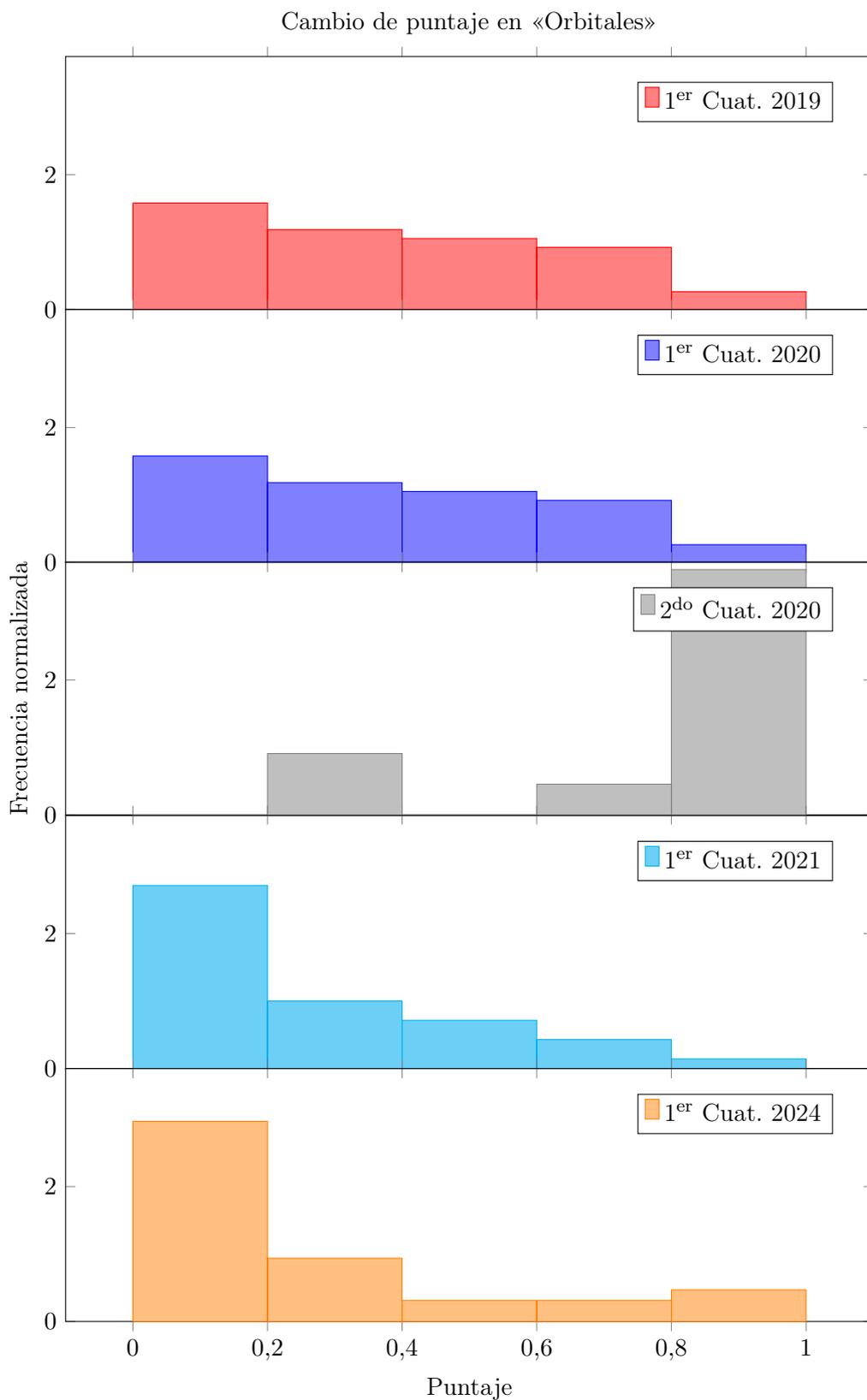
En el segundo caso, donde la distribución del cambio es más amplia, se puede interpretar como una mejora generalizada en los conocimientos, ya que prácticamente todos los estudiantes muestran una mejora por encima de cero. En estos escenarios, la implementación del trabajo práctico tuvo un impacto apreciable en el aprendizaje.

Basándonos en esta clasificación, para la categoría «Simetría» la mayoría de los resultados se inscriben en la primera tendencia, lo que sugiere que en este tema no existen dificultades importantes ni se observa una mejora sustancial derivada del trabajo práctico.

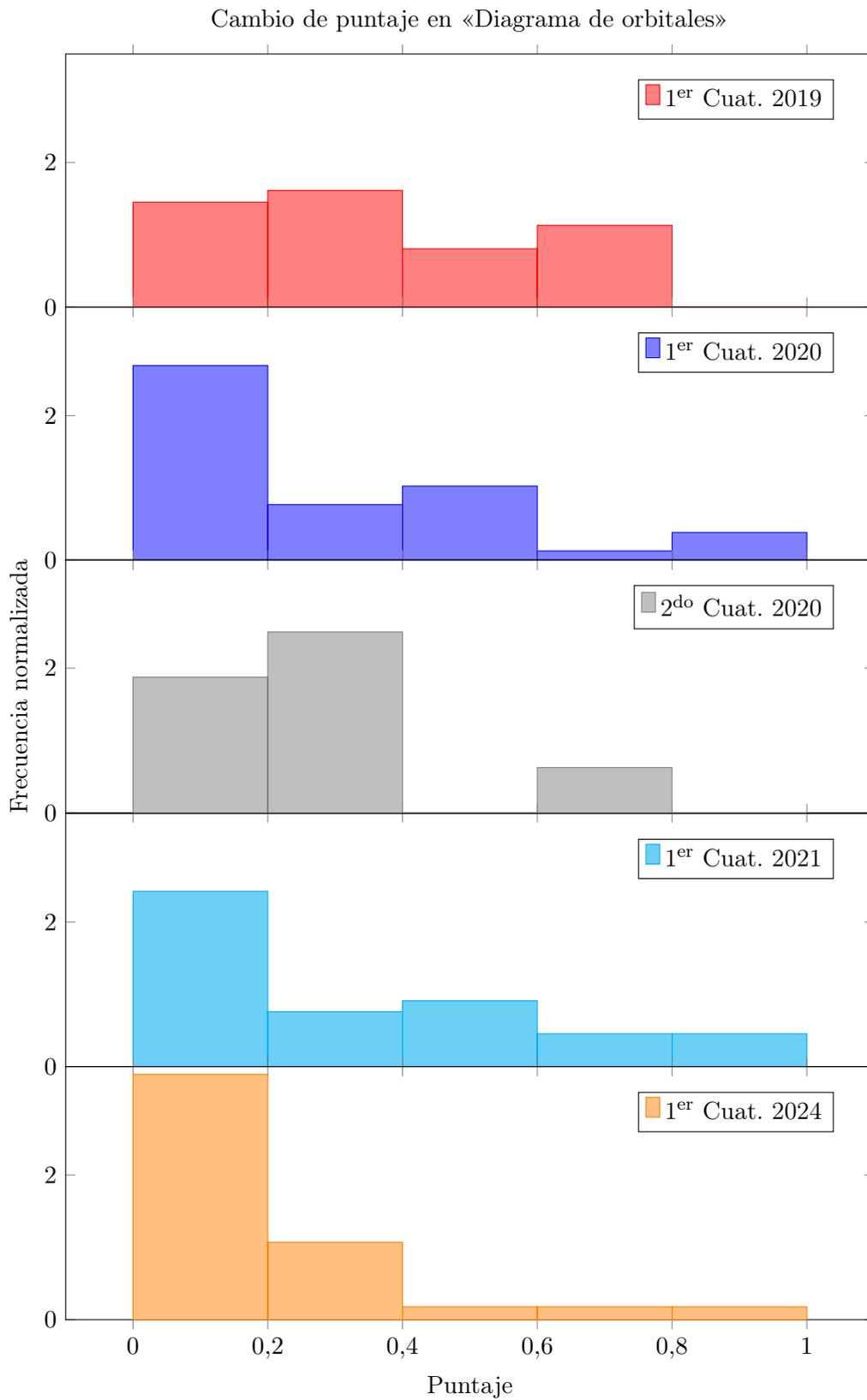
Por otro lado, para las categorías de orbitales y diagramas de orbitales predominan los cambios distribuidos y significativos, lo cual indica que en estos temas la incorporación de actividades interactivas mediadas por tecnologías digitales en la enseñanza resulta de gran importancia para mejorar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes.



**Figura 21.** Gráfico de la frecuencia normalizada del cambio en el puntaje en la categoría «Simetría» entre el pretest y posttest para los diferentes períodos donde se realizaron.



**Figura 22.** Gráfico de la frecuencia normalizada del cambio en el puntaje en la categoría «Orbitales» entre el pretest y posttest para los diferentes períodos donde se realizaron.



**Figura 23.** Gráfico de la frecuencia normalizada del cambio en el puntaje en la categoría «Diagrama de orbitales» entre el pretest y postest para los diferentes períodos donde se realizaron.

### Reflexiones y Conclusiones

---

#### 1. Reflexiones

1. **La enseñanza *in silico* como puente cognitivo:** La incorporación de herramientas computacionales en la enseñanza de la química demostró ser efectiva para distribuir la carga cognitiva asociada a conceptos abstractos, como la estructura electrónica y la geometría molecular. Estas herramientas permitieron a los estudiantes visualizar y manipular representaciones tridimensionales de orbitales y moléculas, facilitando la transición entre los niveles macroscópico, microscópico y simbólico de la química. Este enfoque se alinea con la teoría de la cognición distribuida, donde las tecnologías actúan como extensiones de las capacidades cognitivas de los estudiantes.
2. **Impacto en el aprendizaje:** Los resultados de los pretest y postest mostraron mejoras significativas en la comprensión de temas como simetría molecular, orbitales y diagramas de orbitales, especialmente en aquellos estudiantes que inicialmente presentaban mayores dificultades. Sin embargo, se observó que el impacto fue menor en temas donde los estudiantes ya poseían una base conceptual sólida, como la simetría. Todo esto sugiere que la enseñanza *in silico* es especialmente útil para abordar conceptos altamente abstractos como lo son las temáticas relacionadas con orbitales.
3. **Contexto educativo y adaptabilidad:** La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de herramientas digitales en la educación, evidenciando tanto ventajas (como pueden ser la accesibilidad, flexibilidad y variedad de herramientas) como desafíos (desigualdad en el acceso a tecnología o bien dificultad en la utilización de las tecnologías). La experiencia durante este período de ASPO reforzó la importancia de diseñar propuestas didácticas que integren de manera genuina las tecnologías, no como meros sustitutos de la presencialidad, sino como recursos integrados plenamente en el proceso de aprendizaje y que permitan que este se enriquezca.
4. **La inteligencia artificial como aliada educativa:** Aunque no fue el foco principal de esta investigación, la irrupción de las inteligencias artificiales generativas (como ChatGPT, DeepSeek, Gemini, etc.) plantea oportunidades y desafíos para la enseñanza de la química. Estas herramientas pueden servir como recursos complementarios para generar simulacio-

nes, resolver dudas o diseñar actividades, pero su uso requiere una guía docente cuidadosa para evitar la dependencia y asegurar un aprendizaje crítico.

5. **Formación docente y resistencia al cambio:** La implementación exitosa de la enseñanza *in silico* requiere no solo de herramientas tecnológicas, sino también de docentes capacitados y dispuestos a innovar. La resistencia al cambio y la falta de familiaridad con las tecnologías pueden ser barreras significativas, por lo que es esencial incluir la formación docente en el uso pedagógico de estas herramientas. En el trabajo de esta tesis, este efecto no se ha visto debido a que los docentes involucrados poseían la formación adecuada para la utilización de las herramientas TIC, así como también para el análisis de los resultados que estas arrojan, sin embargo es un factor a tener presente si se desea generalizar las propuestas de este trabajo.

## 2. Conclusiones y Proyecciones

### Conclusiones en base a los objetivos del trabajo

1. **Objetivo: Analizar dificultades y ventajas de las estrategias didácticas previas.**

*Conclusión:* Las encuestas iniciales y evaluaciones de cátedra mostraron que los estudiantes enfrentaban dificultades en temas más abstractos, como por ejemplo: cinética química o estructura electrónica (entre otros). Esto justificó la necesidad de integrar herramientas digitales en el abordaje de estos temas. Por otro lado, la utilización de herramientas digitales presentó ventajas en comparación a actividades previas ya que durante el período de ASPO de la pandemia de COVID-19 la virtualización de contenidos resultó más articulada.

2. **Objetivo: Reconocer rasgos característicos del aprendizaje con tecnologías digitales.**

*Conclusión:* El uso de software especializado (por ejemplo: WebMO o visores de orbitales) promovió la articulación entre niveles macroscópico, microscópico y simbólico de la química. Los pretest-postest evidenciaron avances en la comprensión, especialmente en la categoría «Diagrama de orbitales», donde los puntajes mejoraron significativamente.

3. **Objetivo: Identificar decisiones didácticas clave.**

*Conclusión:* La metodología de investigación-acción permitió ajustar la propuesta didáctica, destacando entre las decisiones tomadas para el diseño de esta la elección de herramientas online y de fácil acceso para que así las actividades puedan ser realizadas tanto en ámbito del aula como fuera de este.

4. **Objetivo: Reflexionar sobre el impacto en la formación profesional.**

*Conclusión:* La enseñanza *in silico* no solo mejoró el aprendizaje conceptual en ciertos aspectos, sino que también desarrolló competencias digitales críticas para la formación de futuros químicos. La pandemia reforzó la necesidad de adaptar estas herramientas a contextos diversos, aunque persisten desafíos como la brecha digital.

## Conclusiones y Proyecciones

1. **Efectividad de la enseñanza *in silico*:** La investigación confirmó que la enseñanza *in silico* es una estrategia efectiva para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en química, especialmente cuando se integra de manera planificada y contextualizada en el currículo. Los estudiantes mostraron mayor confianza y capacidad para relacionar representaciones teóricas con fenómenos químicos.
2. **Recomendaciones para la práctica docente**
  - **Diseño de actividades:** Las actividades deben ser interactivas y promover la exploración autónoma, evitando la mera reproducción de contenidos.
  - **Evaluación diagnóstica:** La combinación de pretest y postest permitió monitorear el progreso de los estudiantes y ajustar las estrategias didácticas.
  - **Accesibilidad:** Es crucial asegurar que las y los estudiantes puedan tener acceso a las herramientas tecnológicas necesarias, ya sea mediante recursos institucionales o alternativas de bajo costo.
3. **Futuras líneas de investigación:**
  - Explorar el impacto de las inteligencias artificiales generativas en la enseñanza de la química, en particular en la generación de modelos gráficos o matemáticos.
  - Ampliar el estudio a otros temas abstractos dentro de la disciplina, en particular en temas como termodinámica, equilibrio químico y cinética química ya que pueden presentar complejidad en los conceptos subyacentes así como también algunos cierta complejidad matemática.
  - Investigar estrategias para reducir la brecha digital entre estudiantes, la cual se podría lograr incorporando a lo largo de todo el currículo de la asignatura (o de la/s carrera/s) herramientas digitales y procurar así acercarse a una enseñanza *in silico*

## 3. Palabras finales

Esta tesis contribuye a la discusión sobre cómo las tecnologías pueden transformar la enseñanza de la química, no como fines en sí mismas, sino como medios para potenciar el aprendizaje y la construcción de conocimiento. La enseñanza *in silico* se presenta como una propuesta para pensar las clases de química prometedora. Para ello se debe dar que se implemente con una visión y objetivos pedagógicos claros. El desafío futuro radica en seguir innovando mientras se mantiene el foco en los objetivos formativos y las necesidades de los estudiantes, para así de esta manera modernizar la enseñanza universitaria argentina y mejorar la interconexión de la educación recibida respecto a los distintos futuros laborales de los profesionales en formación.

---

## Bibliografía

---

- Atkins, P., de Paula, J. y Keeler, J. (2023). *Atkins' Physical Chemistry* (12.<sup>a</sup> ed.). Oxford University Press.
- Baade, L., Kartsonaki, E., Khosravi, H. y Lawrie, G. A. (2025). 'Seeing' chemistry: investigating the contribution of mental imagery strength on students' thinking in relation to visuospatial problem solving in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 26(1), 65-87. <https://doi.org/10.1039/d4rp00234b>
- Brown, A. L., Ash, D., Rutherford, M., Nakagawa, K., Gordon, A. y Campione, J. C. (1993). Conocimiento especializado distribuido en el aula. En G. Salomon (Ed.), *Cogniciones distribuidas: Consideraciones psicológicas y educativas* (pp. 242-290). Amorrortu.
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chamizo, J. A. y Garritz, A. (2014). Historical Teaching of Atomic and Molecular Structure. En M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 343-374). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_12)
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Pensée sauvage.
- Coello, I., Mera, D., Galarza, J. y Villón, J. (2024). Modelamientos in silico un mecanismo de enseñanza – aprendizaje en contexto virtual a estudiantes de biotecnología en pandemia COVID-19: In silico modeling a teaching – learning mechanism in virtual context to biotechnology students in pandemic COVID-19. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(4). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2227>
- Colquitt, R. B., Colquhoun, D. A. y Thiele, R. H. (2011). In silico modelling of physiologic systems. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 25(4), 499-510. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2011.08.006>
- D'Arcy, D. M., Pham, T. T. V., Navas Bachiller, M., Fotaki, N. y Persoons, T. (2020). Using in silico process simulation tools in pharmacy education: Considerations for pivoting to online learning. *Pharmacy Education*, 20(2), 124-135. <https://doi.org/10.46542/pe.2020.202.124135>
- Deutsche Welle. (2023). ChatGPT: el bot viral y futuro de la IA que podría cambiarlo todo [Noticia en línea]. DW. Consultado el 9 de mayo de 2025, desde <https://www.dw.com/es/chatgpt-el-bot-viral-y-futuro-de-la-ia-que-podr%C3%ADa-cambiarlo-todo/a-64052465>

- Dignum, V. (2021). The role and challenges of education for responsible AI. *London Review of Education*, 19(1). <https://doi.org/10.14324/lre.19.1.01>
- Dirac, P. A. M. (1929). Quantum Mechanics of Many-Electron Systems. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, 123(792), 714-733. <https://doi.org/10.1098/rspa.1929.0094>
- Duran, R., Zavgorodniaia, A. y Sorva, J. (2022). Cognitive Load Theory in Computing Education Research: A Review. *ACM Transactions on Computing Education*, 22(4), 1-27. <https://doi.org/10.1145/3483843>
- Ebbing, D. y Gammon, S. (2007). *General Chemistry*. Cengage Learning.
- Eisner, E. (1998). *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Paidós.
- Eker, O., Ozer, B. y Gencil, N. (2024). Effect of Aphantasia on Academic Achievement and Learning Styles in Higher Education. *International Journal on Studies in Education*, 6(4), 644-657. <https://doi.org/10.46328/ijonse.262>
- Erduran, S. (2023). AI is transforming how science is done. Science education must reflect this change. *Science*, 382(6677). <https://doi.org/10.1126/science.adm9788>
- Feynman, R. (1985). *The Strange Theory of Light and Matter*. Penguin.
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias Múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós.
- Gell-Mann, M. (1994). *The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex*. Freeman.
- Gkitzia, V., Salta, K. y Tzougraki, C. (2020). Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 21, 307-330. <https://doi.org/10.1039/C8RP00301G>
- Gutow, J. (2013). *Dr. Gutow's Atomic Orbital Viewer*. [https://cms.gutow.uwosh.edu/gutow/Orbitals/Cl/Cl\\_AOs.shtml](https://cms.gutow.uwosh.edu/gutow/Orbitals/Cl/Cl_AOs.shtml)
- Harris, A. D., McGregor, J. C., Perencevich, E. N., Furuno, J. P., Zhu, J., Peterson, D. E. y Finkelstein, J. (2006). The Use and Interpretation of Quasi-Experimental Studies in Medical Informatics. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13(1), 16-23. <https://doi.org/10.1197/jamia.M1749>
- Hauck, D. J., Melle, I. y Steffen, A. (2021). Molecular Orbital Theory—Teaching a Difficult Chemistry Topic Using a CSCL Approach in a First-Year University Course. *Education Sciences*, 11(9), 485. <https://doi.org/10.3390/educsci11090485>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild* [Estudio clásico sobre cognición distribuida en entornos reales]. MIT Press.
- Idoyaga, I. (2024). La Inteligencia Artificial en educación: un enfoque crítico desde la Química. *Industria y química*, (375), 17.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>

- Johnstone, A. H. (1997). Chemistry Teaching - Science or Alchemy? 1996 Brasted Lecture. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 262. <https://doi.org/10.1021/ed074p262>
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1992). *Cómo planificar la investigación acción* (1ª ed., 1ª reimp.). Laertes.
- Kozma, R. y Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. En *Visualization in Science Education* (pp. 121-145). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2\\_8](https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_8)
- Kozma, R. B. y Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199711\)34:9<949::aid-tea7>3.0.co;2-u](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199711)34:9<949::aid-tea7>3.0.co;2-u)
- Lamoureux, G. y Ogilvie, J. F. (2021). Orbitals in general chemistry, part i: the great debate. *Química Nova*, 44(2), 224-228. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170649>
- Latorre, A. (2007). *La investigación-acción : conocer y cambiar la práctica educativa* (4ª Ed.). Graó.
- Lion, C. y Maggio, M. (2019). Desafíos para la enseñanza universitaria en los escenarios digitales contemporáneos. Aportes desde la investigación. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(1), 13-25. <https://doi.org/10.18861/cied.2019.10.1.2878>
- Maggio, M. (2012). La enseñanza re-concebida: La hora de la tecnología. Nuevas tendencias culturales y su aplicación en las propuestas didácticas. *Aprender para e-ducuar con tecnologías*, 1, 4-8. <https://www.calameo.com/read/00194801968872140c3a5>
- Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Paidós.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2.ª ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Otterbein University. (s.f.). *Symmetry Resources at Otterbein University*. <https://symotter.org/>
- Pea, R. D. (1993). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación. En G. Salomon (Ed.), *Cogniciones distribuidas: Consideraciones psicológicas y educativas* (pp. 75-125). Amorrortu.
- Perkins, D. N. (1992). *Smart Schools: From Training Memories to Educating Minds*. Free Press.
- Perkins, D. N. (1993). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje. En G. Salomon (Ed.), *Cogniciones distribuidas: Consideraciones psicológicas y educativas* (pp. 126-152). Amorrortu.
- Perkins, D. N., Bloerson, T. y Salomon, G. (1992). Coparticipando en el conocimiento: la ampliación de la inteligencia humana con las tecnologías inteligentes [Dialnet Métricas: 37 Citas]. *CL & E: Comunicación, lenguaje y educación*, (13), 6-22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=59862>
- Polik, W. F. y Schmidt, J. R. (2021). WebMO: Web-based computational chemistry calculations in education and research. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*, 12(1). <https://doi.org/10.1002/wcms.1554>
- Quaino, P. y Sánchez, J. P. (2021). La lupa tecnológica: repensando el rol de las TIC en las clases de Química universitaria. En J. Bernik (Ed.), *La clase en la universidad pública: Tramas*

- disciplinarias, dilemas profesionales y algo más que buenas intenciones* (p. 81). Ediciones UNL y Eduner. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/6287>
- Reason, P. y Bradbury, H. (2008). *The SAGE Handbook of Action Research*. SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781848607934>
- Rommel, A. (2023). Chemistry goes in silico. *C&EN Global Enterprise*, 101(26), 46-48. <https://doi.org/10.1021/cen-10126-cover11>
- Salomon, G. (1993). *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas* (G. Salomon, Ed.). Amorrortu.
- Sánchez, J. P., Belletti, G. y Quaino, P. (2021). La virtualidad en retrospectiva: reflexiones sobre el cursado virtual de química en el primer año de universidad en condiciones de aislamiento social. *Educación en la Química*, 27(01), 115-119. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/26>
- Sánchez, J. P., Bernik, J. y Quaino, P. (2025). Modelado molecular para la enseñanza de conceptos abstractos en Química General del nivel universitario. *Educación en la Química*, 31(01), 6-16. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/265>
- Serres, M. (2014). *Pulgarcita*. Gedisa.
- Shadish, W., Cook, T. y Campbell, D. (2002). *Experimental and Quasi-experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Taber, K. S. (2013a). *Classroom-based Research and Evidence-based Practice: An Introduction* (2.<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/classroom-based-research-and-evidence-based-practice/book240420>
- Taber, K. S. (2013b). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14, 156-168. <https://doi.org/10.1039/C3RP00012E>
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Treagust, D., Nieswandt, M. y Duit, R. (2018). Sources of students difficulties in learning Chemistry. *Educación Química*, 11(2), 228. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.2.66458>
- Wu, H.-K. y Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465-492. <https://doi.org/10.1002/sce.10126>
- Yuriev, E., Wink, D. J. y Holme, T. A. (2024). The Dawn of Generative Artificial Intelligence in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 2957-2959. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00836>

---

## Anexo

---

### Índice de Anexos

- Anexo 1: Preguntas y algunas respuestas de las encuestas iniciales
  - 2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2018
  - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2020
  - 2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2020, 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2021 y 2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2021
- Anexo 2: Preguntas y algunas respuestas de las encuestas iniciales
  - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2018
  - 2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2018
  - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2019
- Anexo 3: Cuestionarios pretest-postest

## Preguntas y algunas respuestas de las encuestas iniciales:

### 2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2018

- Link a resumen de respuestas: (solo se puede asegurar disponibilidad del link durante 2025)  
[https://docs.google.com/forms/d/1z7vTE--a0B3lb0RoafjtHdS5axxQEW1BF8F7kNWW\\_5A/viewanalytics](https://docs.google.com/forms/d/1z7vTE--a0B3lb0RoafjtHdS5axxQEW1BF8F7kNWW_5A/viewanalytics)
- Preguntas de la encuesta en la siguiente página.

[Volver al índice de anexos](#)

# Química General - 2° Cuatrimestre 2018

Esta encuesta tiene como objetivo conocer qué ideas e intereses tenés respecto a la materia de Química General y a la carrera en Química

*\* Indica que la pregunta es obligatoria*

---

Antes que nada:

1. ¿Qué carrera/s estás cursando? \*

Podés marcar más de una carrera si estás en varias. (Los alumnos de secundario pueden marcar que carrera desean seguir)

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Licenciatura en Química
- Profesorado en Química
- Químico Analista
- Otros: \_\_\_\_\_

2. ¿De qué tipo de orientación fueron tus estudios secundarios? \*

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Humanidades
- Arte
- Ciencias Naturales
- Escuela Técnica (con orientación a Química)
- Escuela Técnica (sin orientación a Química)
- Otros: \_\_\_\_\_

Respecto a la carrera en Química:

3. ¿Qué es lo que te motivó a seguir una carrera en Química? \*

---

---

---

---

---

4. ¿Tenés algún interés en particular por alguna materia o tema dentro de la Química? \*

---

---

---

---

---

5. ¿Qué expectativas tenés respecto a la carrera en Química? \*

Acá puede ir, por ejemplo, si pensás que va a ser una carrera larga y/o difícil, o qué habilidades pensás tener a medida que avancés en la carrera

---

---

---

---

---

6. ¿Qué importancia pensás que puede tener estos temas para la carrera en Química? \*

Marca solo un óvalo por fila.

	Escencial	Muy importante	Poco importante	No sirve	No sé para que puede servir
<b>Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>				
<b>Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces</b>	<input type="radio"/>				
<b>Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido</b>	<input type="radio"/>				
<b>Tema 5: Soluciones y Dispersiones</b>	<input type="radio"/>				
<b>Tema 6: Termodinámica Química</b>	<input type="radio"/>				
<b>Tema 7: Equilibrio de Fases</b>	<input type="radio"/>				
<b>Tema 8-9-10: Equilibrio Químico/Ácido- Base/ Solubilidad</b>	<input type="radio"/>				

**Tema 11:**  
**Reacciones**  
**Redox**

---

**Tema 12:**  
**Cinética**  
**Química**

---

**Tema 13:**  
**Química**  
**Nuclear**

---

**Tema 13 bis:**  
**Química**  
**Teórica y**  
**Computacional**

7. ¿Qué tipo de trabajo, como químico, te interesaría más? \*

Podés elegir hasta tres opciones

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Trabajo en Laboratorio ( Análisis)
- Trabajo en Industria (Procesos de Producción)
- Trabajo en Docencia (Nivel Medio)
- Trabajo en Docencia (Nivel Terciario o Universitario)
- Trabajo en Investigación ( Teórico )
- Trabajo en Investigación ( Experimental)
- Otros: \_\_\_\_\_

8. Últimamente las nuevas tecnologías nos permiten trabajar de diferentes modos en la Química: ¿te resulta significativo la incorporación las nuevas tecnologías en la Química(y en particular en el aula)? \*

Con nuevas tecnologías nos referimos a: diseño de medicamentos, modelos computacionales de moléculas, representaciones (tanto visuales como matemáticas) de distintos fenómenos químicos en computadora, celulares o pantallas en general, también para procesamiento de datos, entre otros.

*Marca solo un óvalo.*

- Muy significativo
- Poco significativo
- Nada significativo
- No creo que tenga que ver con la Química

9. ¿Utilizaste ya alguna herramienta computacional para la Química? ¿Te resultó útil para comprender el tema en el que se usó? \*

---

---

---

---

---

Respecto a la materia de Química General:

10. ¿Qué expectativas tenés para la materia de Química General? \*

Acá puede ir, por ejemplo, si esperás que sea una materia difícil, o qué esperás aprender en ella

---

---

---

---

---

11. ¿Tenés algún conocimiento de los temas que se dan en la materia? \*

Marca solo un óvalo por fila.

	Lo ví en la escuela	Me interesó y leí al respecto	Lo ví en los cursos de articulación	Lo ví en otras materias / carreras	Nunca lo ví pero tengo una idea	No sé de qué se trata
<b>Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 5: Soluciones y Dispersiones</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 6: Termodinámica Química</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 7: Equilibrio de Fases</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 8-9-10: Equilibrio Químico/Ácido- Base/ Solubilidad</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Tema 11:**  
**Reacciones**  
**Redox**

---

**Tema 12:**  
**Cinética**  
**Química**

---

**Tema 13:**  
**Química**  
**Nuclear**

---

**Tema 13 bis:**  
**Química**  
**Teórica y**  
**Computacional**

12. ¿Cómo evaluarías cuanto sabés de estos temas? \*

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Poco	Nada
<b>Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 5: Soluciones y Dispersiones</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 6: Termodinámica Química</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 7: Equilibrio de Fases</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 8-9-10: Equilibrio Químico/Ácido- Base/ Solubilidad</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 11: Reacciones Redox</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tema 12: Cinética Química</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Tema 13:**

**Química**

**Nuclear**

---

**Tema 13 bis:**

**Química**

**Teórica y**

**Computacional**

13. ¿Alguna opinión u observación que no haya sido tomada en cuenta en la encuesta? (opcional)

Sentite libre de opinar, recordá que la encuesta es ANÓNIMA y no tiene fines evaluativos

---

---

---

---

---

---

---

Google no creó ni aprobó este contenido.

**Google** Formularios



### 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2020

- Link a resumen de respuestas: (solo se puede asegurar disponibilidad del link durante 2025)  
[https://docs.google.com/forms/d/1UBNshbqdCREgTTxNJ2-fb8vLxTx6c7Ppd4a6rHVh4wA/viewanalytics?usp=drive\\_web](https://docs.google.com/forms/d/1UBNshbqdCREgTTxNJ2-fb8vLxTx6c7Ppd4a6rHVh4wA/viewanalytics?usp=drive_web)
- Preguntas de la encuesta en la siguiente página.

[Volver al índice de anexos](#)

# Encuesta de cátedra - Química General

A continuación te haremos una encuesta necesaria para poder conocer más a nuestros alumnos durante el cursado de la asignatura de química general. Esta encuesta además, es parte de un estudio que estamos haciendo en la cátedra, por lo que esperamos que trates de ser lo mas honesto en las respuestas.

\* Indica que la pregunta es obligatoria

---

1. Nombre y Apellido \*

\_\_\_\_\_

2. ¿Qué carreras estudiás? \*

Podés elegir más de una

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

Licenciatura en Química

Profesorado en Química

Químico Analista

Otros: \_\_\_\_\_

3. ¿Es la primera materia de química a nivel universitario que empezás a cursar? \*

*Marca solo un óvalo.*

Sí

No

4. ¿Trabajás? \*

Marca solo un óvalo.

Sí

No

5. ¿Venís de escuela pública o privada? \*

Marca solo un óvalo.

Pública

Privada

Otros: \_\_\_\_\_

6. ¿Cuánto dirías que usás redes sociales? \*

Marca solo un óvalo.

1   2   3   4   5

\_\_\_\_\_      Mucho y todo el tiempo \_\_\_\_\_

7. ¿Qué redes sociales usás? \*

Selecciona todas las opciones que correspondan.

Whatsapp

Facebook

Instagram

Twitter

TikTok

Telegram

Snapchat

Otros: \_\_\_\_\_

8. ¿Tenés acceso a internet en donde vivís? \*

Marca solo un óvalo.

Sí

No

9. ¿Tenés alguno de los siguientes dispositivos en donde vivís? \*

Selecciona todas las opciones que correspondan.

Computadora de escritorio

Computadora portátil

Smartphone

Tablet

Otros: \_\_\_\_\_

10. ¿Cuánto dirías que usás internet? (sin contar el tiempo que estás en redes sociales) \*

Marca solo un óvalo.

1   2   3   4   5

Poco      Mucho todos los días

11. ¿Qué dirías que es lo que más usás (y para qué lo usás) de internet (sin contar redes sociales)? \*

---

---

---

---

---

12. ¿Qué usos le das (si es que le das) a la computadora, smartphone, tablet u otros dispositivos SIN UTILIZAR conexión a internet? \*

---

---

---

---

---

13. Aproximadamente, ¿cuántas horas a la semana pensás que le dedicás (o pensás que vas a dedicar) al estudio de la materia?(sin contar horas de cursado) \*

*Marca solo un óvalo.*

- más de 5 horas a la semana
- alrededor de 5 horas a la semana
- menos de 5 horas a la semana

14. ¿Usás alguno de los siguientes dispositivos para estudiar? \*

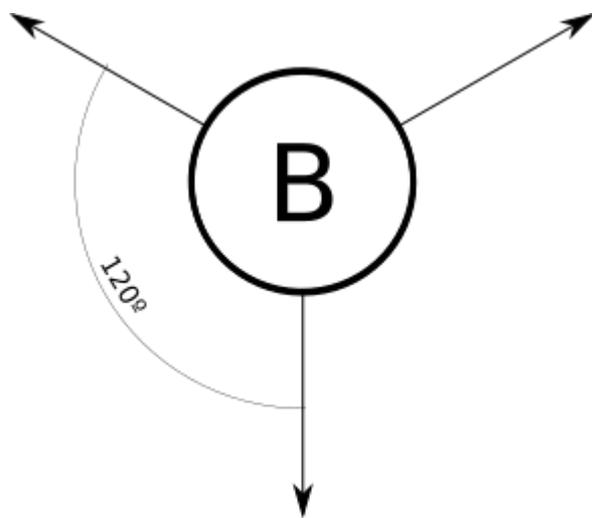
*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Computadora
- Smartphone
- Tablet
- Otros: \_\_\_\_\_

Ahora, a pensar un poco:

En estas preguntas te pedimos que respondas las preguntas con lo que sabés al día de hoy. La finalidad es meramente de diagnóstico. Nuevamente, te aclaramos que es parte de un estudio, así que tratá de ser lo más honesto posible.

15. Tres personas tiran de un punto B en direcciones opuestas con exactamente la misma fuerza como muestra la figura de abajo. ¿Qué pensás que sucederá con el punto B del centro? ¿Y si una de las personas tira con más fuerza? Justificá \*



---

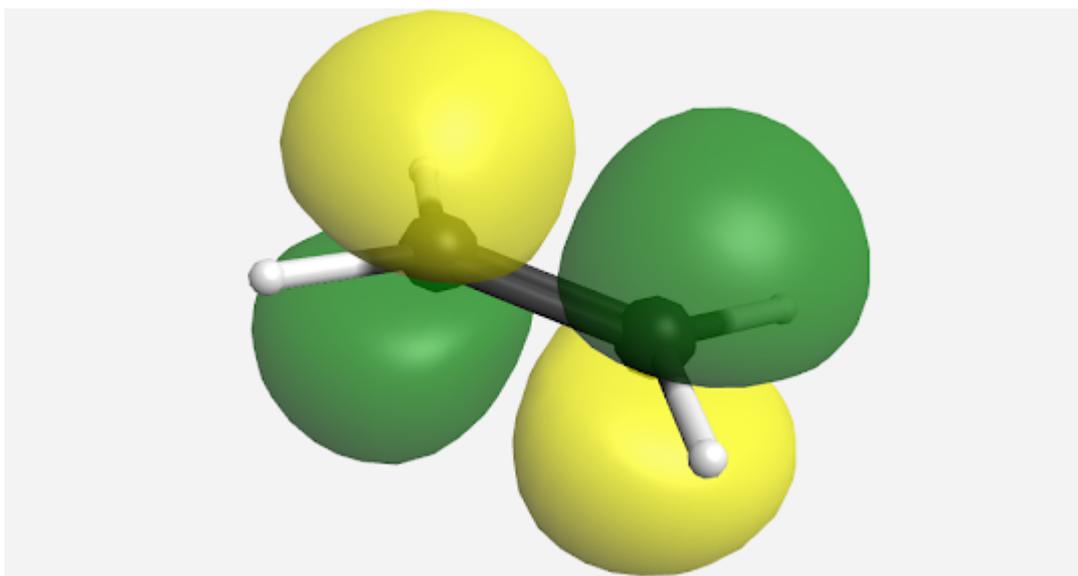
---

---

---

---

16. ¿Qué pensás que está representado en la siguiente imagen? \*



---

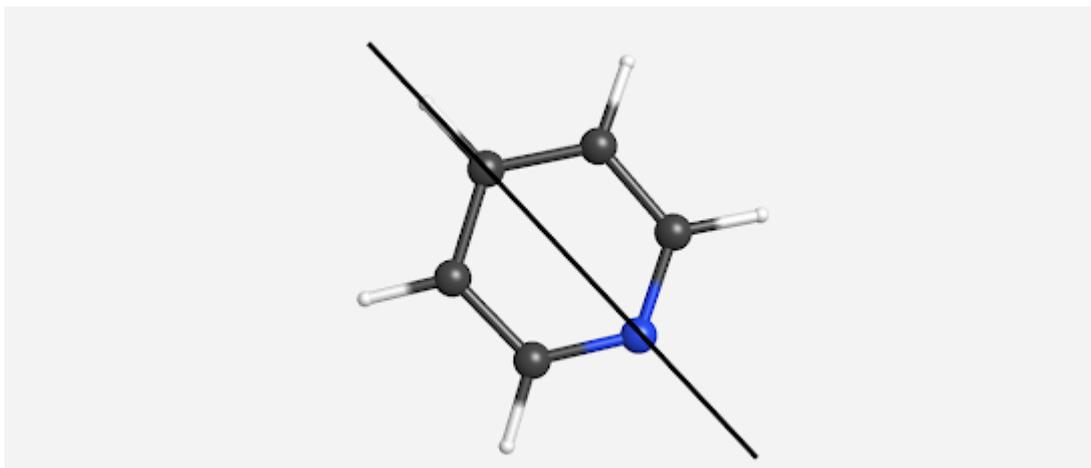
---

---

---

---

17. ¿Qué pensás que está representado en la siguiente imagen? \*



---

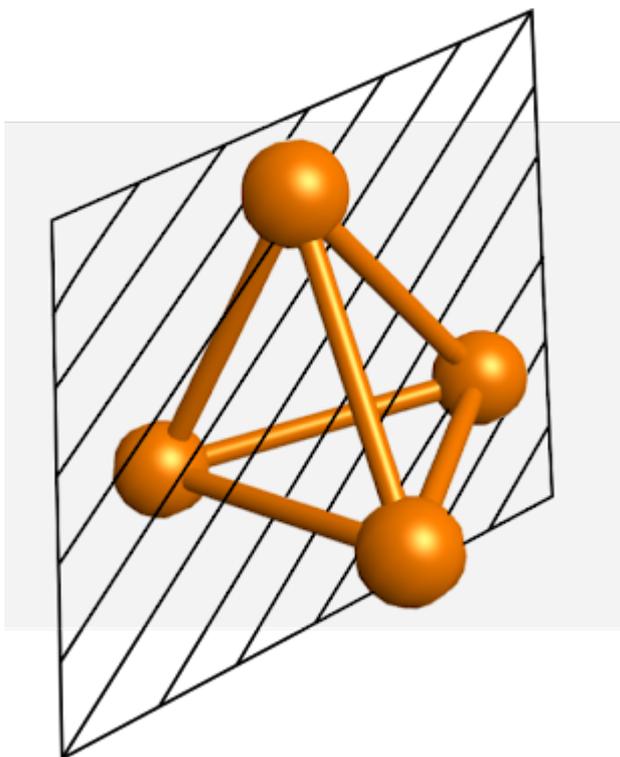
---

---

---

---

18. ¿Qué pensás que está representado en la siguiente imagen? \*



---

---

---

---

---

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios



**2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2020, 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2021 y 2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2021**

- Preguntas de la encuesta en la siguiente página.

[Volver al índice de anexos](#)

<a href="#">Encuesta</a>	<a href="#">Configuración</a>	<a href="#">Plantillas</a>	<a href="#">Análisis</a>	<a href="#">Respuestas</a>	<a href="#">Más ▾</a>
--------------------------	-------------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------

## Encuesta de ideas previas 2020IIC

Continuar

Modo: Los nombres de los usuarios se mostrarán y registrarán con las respuestas

### Encuesta de cátedra - Química General

A continuación haremos una encuesta necesaria para poder conocer más a nuestros alumnos durante el cursado de la asignatura de química general para las carreras de LQ/PQ/QA/LF. Esta encuesta además, es parte de un estudio que estamos haciendo en la cátedra, por lo que esperamos que trates de ser lo mas honesto en las respuestas.

¿Qué carreras estudiás? 

- Licenciatura en Química
- Profesorado en Química
- Químico Analista
- Licenciatura en Física
- Otra

¿Es la primera materia de química a nivel universitario que empezás a cursar? 

¿Trabajás? 

¿Venís de escuela pública o privada? 

**Ahora te preguntaremos respecto al uso que le das a las nuevas tecnologías**

¿Cuánto dirías que usás redes sociales? 

Muy Poco o Nada

Poco

A veces

Mucho

Mucho y todo el tiempo

¿Qué redes sociales usas? 

Whatsapp Facebook Instagram Twitter TikTok Telegram Snapchat Otra Ninguna

¿Tenés acceso a internet en donde vivís? 

¿Tenés alguno de los siguientes dispositivos en donde vivís? 

Computadora de escritorio Computadora portátil Smartphone Tablet Otro Ninguno

¿Cuánto dirías que usás internet? (sin contar el tiempo que estás en redes sociales) 

Poco o nada

Un poco algunos días

Casi todos los días

Todos los días

Mucho todos los días

¿Qué dirías que es lo que más usás (y para qué lo usás) de internet (sin contar redes sociales)? 

¿Qué usos le das (si es que le das) a la computadora, smartphone, tablet u otros dispositivos SIN UTILIZAR conexión a internet? 

Aproximadamente, ¿cuántas horas a la semana pensás que le dedicás ( o pensás que vas a dedicar) al estudio de la materia?(sin contar horas de cursado) 

más de 5 horas por semana

alrededor de 5 horas a la semana

menos de 5 horas a la semana

¿Usás alguno de los siguientes dispositivos para estudiar? 

Computadora

Smartphone

Tablet

Otra

Ninguna

### **Respecto a tus hábitos de estudio:**

¿Estudias desde la computadora? 

Siempre

Casi siempre

casi nunca

Nunca

¿Estudias desde el celular? 

Siempre

Casi siempre

Casi nunca

Nunca

¿Tenés libre disponibilidad de internet para descargar y acceder al material que damos desde la cátedra? 

Sí, total libertad

Depende del uso de la computadora en mi hogar

Depende del proveedor de internet

Depende de cuando puedo conseguir internet (datos o en alguna casa)

No puedo descargar

¿Utilizas material impreso?(libros, impresiones o fotocopias) 

Sí, tengo material propio impreso

Sí, tengo material impreso prestado

No, no tengo o no utilizo material impreso

¿Imprimís o fotocopias material de estudio durante la pandemia? 

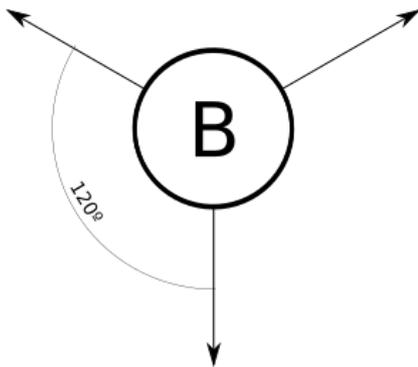
Sí

No

**Ahora, a pensar un poco:**

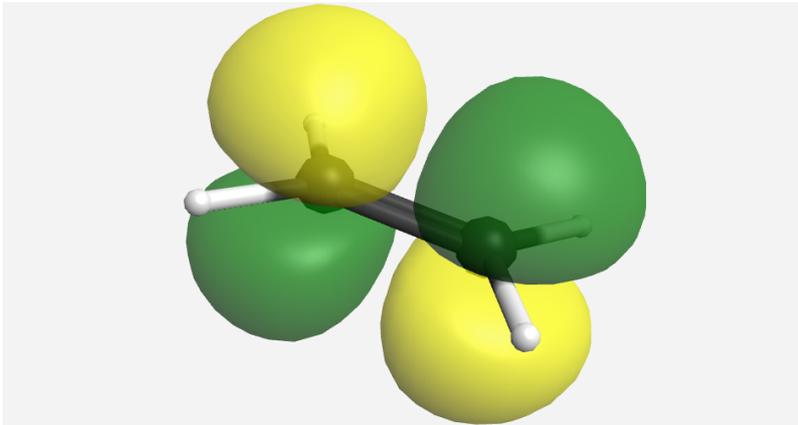
En estas preguntas te pedimos que respondas con lo que sabés al día de hoy. Tiene una finalidad meramente diagnóstica. Nuevamente, te aclaramos que es parte de un estudio, así que tratá de ser lo más honesto posible.

En base a la siguiente imagen:



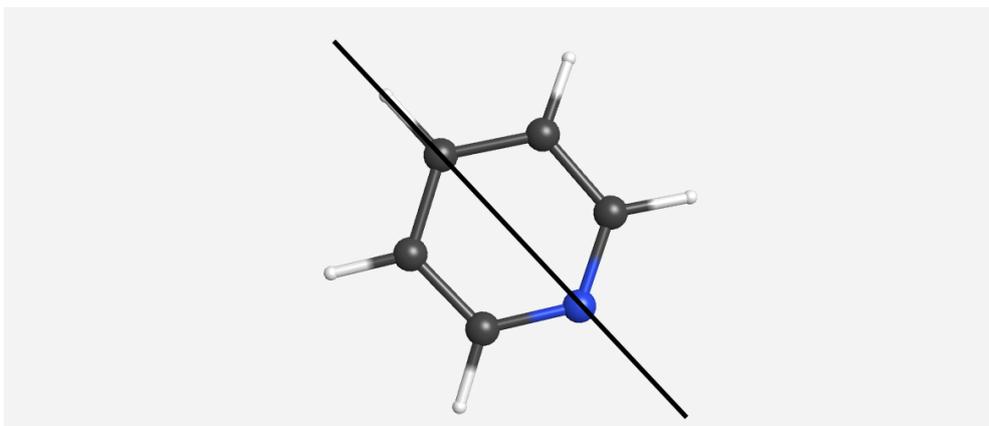
Tres personas tiran de un punto B en direcciones opuestas con exactamente la misma fuerza como muestra la figura de abajo. ¿Qué pensás que sucederá con el punto B del centro? ¿Y si una de las personas tira con más fuerza? Justificá!

Viendo la siguiente imagen:



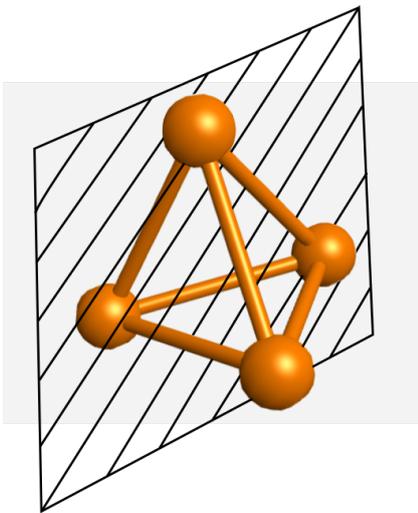
¿Qué pensás que representa la imagen? 

Viendo la siguiente imagen:



¿Qué pensás que representa la imagen de arriba?!

Viendo la siguiente imagen:



¿Qué pensás que representa la imagen de arriba? 

 Requerido

Continuar

## Preguntas y respuestas de las encuestas de evaluación de cátedra

### 1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2018:

- Link a resumen de respuestas: (solo se puede asegurar disponibilidad del link durante 2025)  
[https://docs.google.com/forms/d/1NJ\\_kJVTcuHpNApp2SkXHBQeu-zY8iqVF3\\_iVMF2CNhs/viewanalytics?usp=drive\\_web](https://docs.google.com/forms/d/1NJ_kJVTcuHpNApp2SkXHBQeu-zY8iqVF3_iVMF2CNhs/viewanalytics?usp=drive_web)
- Preguntas de la encuesta en la siguiente página.

[Volver al índice de anexos](#)

# Química General - 1° Cuatrimestre 2018

Esta encuesta tiene como fin conocer y evaluar tus opiniones respecto al dictado de clases y desarrollo de actividades durante el cursado. ES COMPLETAMENTE ANÓNIMA y tiene solamente como objetivo mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

\* Indica que la pregunta es obligatoria

---

1. Antes que nada: ¿Qué carrera/s estás cursando? \*

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

Licenciatura en Química

Profesorado en Química

Químico Analista

Otros: \_\_\_\_\_

Respecto a los profesores:

2. ¿Cómo evaluarías el vínculo con los profesores? \*

*Marca solo un óvalo.*

1   2   3   4   5

Leja      Cercano

Respecto a los temas tratados en la materia:

3. ¿Encontraste alguna dificultad en algún tema de los tratados durante el cursado de la materia? \*

Podés marcar hasta tres opciones. Al final podés explicar el por qué.

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química
- Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría
- Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces
- Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido
- Tema 5: Soluciones y Dispersiones
- Tema 6: Termodinámica Química
- Tema 7: Equilibrio de Fases
- Tema 8: Equilibrio Químico
- Tema 9: Equilibrio Ácido-Base
- Tema 10: Equilibrio de Solubilidad
- Tema 11: Reacciones Redox
- Tema 12: Cinética Química
- Tema 13: Química Nuclear
- Tema 13 bis: Química Teórica y Computacional

4. Si encontraste alguna dificultad, ¿a qué creés que fue debido? (opcional)

Se agradece que respondas para que podamos reconocer si hay elementos a mejorar en la cátedra

---

---

---

---

---

5. ¿Encontraste algún tema que te haya resultado más interesante o relevante como futuro químico? \*

Podés marcar hasta tres opciones. Al final podés explicar el por qué.

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química
- Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría
- Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces
- Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido
- Tema 5: Soluciones y Dispersiones
- Tema 6: Termodinámica Química
- Tema 7: Equilibrio de Fases
- Tema 8: Equilibrio Químico
- Tema 9: Equilibrio Ácido-Base
- Tema 10: Equilibrio de Solubilidad
- Tema 11: Reacciones Redox
- Tema 12: Cinética Química
- Tema 13: Química Nuclear
- Tema 13 bis: Química Teórica y Computacional

6. Si encontraste algún tema de particular interés o de importancia para la carrera, ¿cuál es el motivo? (opcional)

Se agradece que respondas para que podamos reconocer los intereses y perspectivas de los estudiantes.

---

---

---

---

---

## 7. ¿Cómo consideras que manejarás los conocimientos de la materia? \*

Recordá que la encuesta es ANÓNIMA y no afectará la evaluación.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy bien	Bien	Regular	Mal	Muy mal	No recuerdo el tema
<b>Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 5: Soluciones y Dispersiones</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 6: Termodinámica Química</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 7: Equilibrio de Fases</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 8: Equilibrio Químico</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 9: Equilibrio</b>	<input type="radio"/>					

**Ácido-Base**

---

**Tema 10:  
Equilibrio de  
Solubilidad**     **Tema 11:  
Reacciones  
Redox**     **Tema 12:  
Cinética  
Química**     **Tema 13:  
Química  
Nuclear**     **Tema 13 bis:  
Química  
Teórica y  
Computacional**     

Respecto a los trabajos prácticos:

## 8. ¿Cómo evaluarías la dificultad de los trabajos prácticos? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy Difícil	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. 1: Higiene y Seguridad</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 2: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 3: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 4: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 5: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 6: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 7: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 8: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 9:</b>	<input type="radio"/>						

Solubilidad y  
T.P. 9:  
Formación de  
Solubilidad y  
Precipitados  
Formación de

Precipitados  
T.P. 10:

Oxidación y  
T.P. 10:  
Reducción  
Oxidación y

Reducción  
T.P. 11: Cinética

Química  
T.P. 11: Cinética

Química  
T.P. 12:

Utilización de  
T.P. 12:

Software para  
Utilización de  
Modelado de  
Software para  
Diferentes  
Modelado de  
Sistemas:  
Diferentes  
Moléculas,  
Sistemas:  
Interfases,  
Moléculas,  
Sólidos,  
Interfases,

Sólidos.

9. ¿Considerás que el trabajo práctico contribuyó a la comprensión de los contenidos teóricos de la materia? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Bastante	Hasta cierto punto	Poco	Nada	Al contrario, resultó confuso	No lo hice
<b>T.P. 1: Higiene y Seguridad</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P. 2: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P. 3: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P. 4: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P. 5: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P. 6: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P. 7: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P. 8: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

**Ácido-Base**

---

**T.P. 9:****Solubilidad y  
Formación de  
Precipitados**      **T.P. 10:****Oxidación y  
Reducción**      **T.P. 11: Cinética  
Química**      **T.P. 12:****Utilización de  
Software para  
Modelado de  
Diferentes  
Sistemas:  
Moléculas,  
Interfases,  
Sólidos.**

## 10. ¿Cómo evaluarías (en general) los trabajos prácticos dictados? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. 1: Higiene y Seguridad</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 2: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 3: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 4: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 5: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 6: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 7: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 8: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P. 9:</b>	<input type="radio"/>						

Solubilidad y T.P. 9: Formación de Solubilidad y Precipitados y Formación de Precipitados T.P. 10:							
Oxidación y T.P. 10: Reducción Oxidación y	<input type="radio"/>						
Reducción T.P. 11: Cinética	<input type="radio"/>						
Química T.P. 11: Cinética							
Química T.P. 12: Utilización de T.P. 12: Software para Utilización de Modelado de Software para Diferentes Modelado de Sistemas: Diferentes Moléculas, Sistemas: Interfases, Moléculas, Sólidos Interfases, Sólidos.	<input type="radio"/>						

11. ¿Considerás que algunos trabajos prácticos deberían mejorarse, mantenerse, o quitarse y cambiarse? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Mantener	Mejorar	Sacar y Cambiar	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. 1: Higiene y Seguridad</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 2: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 3: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 4: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 5: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 6: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 7: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 8: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>				

**T.P. 9:****Solubilidad y  
Formación de  
Precipitados**    **T.P. 10:****Oxidación y  
Reducción**    **T.P. 11: Cinética  
Química**    **T.P. 12:****Utilización de  
Software para  
Modelado de  
Diferentes  
Sistemas:  
Moléculas,  
Interfases,  
Sólidos.**    

12. Si elegiste mejorar o cambiar algún trabajo práctico ¿por qué? (opcional)

---

---

---

---

---

13. ¿Alguna opinión, positiva o negativa, respecto a algún trabajo práctico particular o en general? (opcional)

---

---

---

---

---

Respecto a la calidad de la cátedra en general:

14. ¿Cómo evaluarías la flexibilidad de la cátedra? \*

Flexibilidad respecto a horarios, entregas, disponibilidad de los profesores a consultas, etc

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Flexible

15. ¿Cómo considerarás el régimen de regularidad? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Difícil

16. ¿Cómo considerarás el régimen de promoción? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Difícil

17. ¿Cómo evaluarías a la cátedra en general? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Buena

18. ¿Alguna opinión u observación que no haya sido tomada en cuenta en la encuesta? (opcional)

Sentite libre de opinar, recordá que la encuesta es ANÓNIMA y no tiene fines evaluativos

---

---

---

---

---

---

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios



**2<sup>do</sup> Cuatrimestre 2018:**

- Link a resumen de respuestas: (solo se puede asegurar disponibilidad del link durante 2025)  
[https://docs.google.com/forms/d/1271oipicylhbtSxQxhuvWl0hk3yVVTRDWdeOAQigZgI/viewanalytics?usp=drive\\_web](https://docs.google.com/forms/d/1271oipicylhbtSxQxhuvWl0hk3yVVTRDWdeOAQigZgI/viewanalytics?usp=drive_web)
- Preguntas de la encuesta en la siguiente página.

[Volver al índice de anexos](#)

# Química General - 2º Cuatrimestre 2018

Esta encuesta tiene como fin conocer y evaluar tus opiniones respecto al dictado de clases y desarrollo de actividades durante el cursado. ES COMPLETAMENTE ANÓNIMA y tiene solamente como objetivo mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

\* Indica que la pregunta es obligatoria

---

1. Antes que nada: ¿Qué carrera/s estás cursando? \*

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

Licenciatura en Química

Profesorado en Química

Químico Analista

Otros: \_\_\_\_\_

Respecto a los profesores:

2. ¿Cómo evaluarías el vínculo con los profesores? \*

*Marca solo un óvalo.*

1   2   3   4   5

Leja      Cercano

Respecto a los temas tratados en la materia:

3. ¿Encontraste alguna dificultad en algún tema de los tratados durante el cursado de la materia? \*

Podés marcar hasta tres opciones. Al final podés explicar el por qué.

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química
- Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría
- Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces
- Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido
- Tema 5: Soluciones y Dispersiones
- Tema 6: Termodinámica Química
- Tema 7: Equilibrio de Fases
- Tema 8: Equilibrio Químico
- Tema 9: Equilibrio Ácido-Base
- Tema 10: Equilibrio de Solubilidad
- Tema 11: Reacciones Redox
- Tema 12: Cinética Química
- Tema 13: Química Nuclear
- Tema 13 bis: Química Teórica y Computacional

4. Si encontraste alguna dificultad, ¿a qué creés que fue debido? (opcional)

Se agradece que respondas para que podamos reconocer si hay elementos a mejorar en la cátedra

---

---

---

---

---

5. ¿Encontraste algún tema que te haya resultado más interesante o relevante como futuro químico? \*

Podés marcar hasta tres opciones. Al final podés explicar el por qué.

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química
- Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría
- Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces
- Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido
- Tema 5: Soluciones y Dispersiones
- Tema 6: Termodinámica Química
- Tema 7: Equilibrio de Fases
- Tema 8: Equilibrio Químico
- Tema 9: Equilibrio Ácido-Base
- Tema 10: Equilibrio de Solubilidad
- Tema 11: Reacciones Redox
- Tema 12: Cinética Química
- Tema 13: Química Nuclear
- Tema 13 bis: Química Teórica y Computacional

6. Si encontraste algún tema de particular interés o de importancia para la carrera, ¿cuál es el motivo? (opcional)

Se agradece que respondas para que podamos reconocer los intereses y perspectivas de los estudiantes.

---

---

---

---

---

## 7. ¿Cómo consideras que manejarás los conocimientos de la materia? \*

Recordá que la encuesta es ANÓNIMA y no afectará la evaluación.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy bien	Bien	Regular	Mal	Muy mal	No recuerdo el tema
<b>Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 5: Soluciones y Dispersiones</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 6: Termodinámica Química</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 7: Equilibrio de Fases</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 8: Equilibrio Químico</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 9: Equilibrio</b>	<input type="radio"/>					

**Ácido-Base**

---

**Tema 10:  
Equilibrio de  
Solubilidad**     **Tema 11:  
Reacciones  
Redox**     **Tema 12:  
Cinética  
Química**     **Tema 13:  
Química  
Nuclear**     **Tema 13 bis:  
Química  
Teórica y  
Computacional**     

Respecto a los trabajos prácticos:

## 8. ¿Cómo evaluarías la dificultad de los trabajos prácticos? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy Difícil	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Preparación de una Solución</b>	<input type="radio"/>						

**Valorada de  
HCl. Titulación  
Ácido-Base**

---

**T.P.: Solubilidad  
y Formación de  
Precipitados**      **T.P.: Oxidación y  
Reducción**      **T.P.: Cinética  
Química**      **T.P.:  
Introducción a  
herramientas  
informáticas  
para cálculos  
en química  
(regresión)**

---

9. ¿Considerás que el trabajo práctico contribuyó a la comprensión de los contenidos teóricos de la materia? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Bastante	Hasta cierto punto	Poco	Nada	Al contrario, resultó confuso	No lo hice
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

**T.P.:****Preparación de  
una Solución  
Valorada de  
HCl. Titulación  
Ácido-Base**      **T.P.: Solubilidad  
y Formación de  
Precipitados**      **T.P.: Oxidación y  
Reducción**      **T.P.: Cinética  
Química**      **T.P.:****Introducción a  
herramientas  
informáticas  
para cálculos  
en química  
(regresión)**

## 10. ¿Cómo evaluarías (en general) los trabajos prácticos dictados? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Preparación de una Solución</b>	<input type="radio"/>						

**Valorada de  
HCl. Titulación  
Ácido-Base**

---

**T.P.: Solubilidad  
y Formación de  
Precipitados**      **T.P.: Oxidación y  
Reducción**      **T.P.: Cinética  
Química**      **T.P.:  
Introducción a  
herramientas  
informáticas  
para cálculos  
en química  
(regresión)**

---

11. ¿Considerás que algunos trabajos prácticos deberían mejorarse, mantenerse, \*  
o quitarse y cambiarse?

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Mantener	Mejorar	Sacar y Cambiar	Al contrario, resultó confuso	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**T.P.:****Preparación de  
una Solución  
Valorada de  
HCl. Titulación  
Ácido-Base**     **T.P.: Solubilidad  
y Formación de  
Precipitados**     **T.P.: Oxidación y  
Reducción**     **T.P.: Cinética  
Química**     **T.P.:****Introducción a  
herramientas  
informáticas  
para cálculos  
en química  
(regresión)**

12. ¿Consideras que algunos trabajos prácticos deberían mejorarse, mantenerse, o quitarse y cambiarse? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Mantener	Mejorar	Sacar y Cambiar	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. 1: Higiene y Seguridad</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 2: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 3: Reconocimiento de Tipos de Enlace por Estado de Agregación y Propiedades</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 4: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 5: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 6: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 7: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>				
<b>T.P. 8: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>				

**T.P. 9:****Solubilidad y  
Formación de  
Precipitados**    **T.P. 10:****Oxidación y  
Reducción**    **T.P. 11: Cinética  
Química**    **T.P. 12:****Utilización de  
Software para  
Modelado de  
Diferentes  
Sistemas:  
Moléculas,  
Interfases,  
Sólidos.**    

13. Si elegiste mejorar o cambiar algún trabajo práctico ¿por qué? (opcional)

---

---

---

---

---

14. ¿Alguna opinión, positiva o negativa, respecto a algún trabajo práctico particular o en general? (opcional)

---

---

---

---

---

Respecto a la calidad de la cátedra en general:

15. ¿Cómo evaluarías la flexibilidad de la cátedra? \*

Flexibilidad respecto a horarios, entregas, disponibilidad de los profesores a consultas, etc

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Flexible

16. ¿Cómo considerás el régimen de regularidad? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Difícil

17. ¿Cómo considerás el régimen de promoción? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Difícil

18. ¿Cómo evaluarías a la cátedra en general? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Buena

19. ¿Alguna opinión u observación que no haya sido tomada en cuenta en la encuesta? (opcional)

Sentite libre de opinar, recordá que la encuesta es ANÓNIMA y no tiene fines evaluativos

---

---

---

---

---

---

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios



**1<sup>er</sup> Cuatrimestre 2019:**

- Link a resumen de respuestas: (solo se puede asegurar disponibilidad del link durante 2025)  
[https://docs.google.com/forms/d/1PQf7QGdpM2\\_9EwBd7rgkY9OPx0SVscdqyQCSCsOOsQg/viewanalytics?usp=drive\\_web](https://docs.google.com/forms/d/1PQf7QGdpM2_9EwBd7rgkY9OPx0SVscdqyQCSCsOOsQg/viewanalytics?usp=drive_web)
- Preguntas de la encuesta en la siguiente página.

[Volver al índice de anexos](#)

# Química General - 1° Cuatrimestre 2019

Esta encuesta tiene como fin conocer y evaluar tus opiniones respecto al dictado de clases y desarrollo de actividades durante el cursado. ES COMPLETAMENTE ANÓNIMA y tiene solamente como objetivo mejorar como nos acercamos los docentes, alumnos y el contenido de la materia. SE AGRADECEN CUALQUIER TIPO DE COMENTARIOS, SEAN POSITIVOS O NEGATIVOS.

*\* Indica que la pregunta es obligatoria*

---

1. Antes que nada: ¿Qué carrera/s estás cursando? \*

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

Licenciatura en Química

Profesorado en Química

Químico Analista

Otros: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué edad tenés? \*

Dropdown

*Marca solo un óvalo.*

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

más de 40

Respecto a los profesores:

## 3. ¿Cómo evaluarías el desempeño (en general) de los docentes de la cátedra? \*

En caso de no haber asistido a clases con alguno, responder "No lo tuve como profesor".

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	No lo tuve como profesor
Paola Quaino (Teoría, Coloquio y Problemas)	<input type="radio"/>					
Gustavo Belleti (Problemas)	<input type="radio"/>					
Adriana Acosta (T.P.)	<input type="radio"/>					
Mabel Baez (T.P.)	<input type="radio"/>					
Juan Pablo Sánchez (T.P. de tarde)	<input type="radio"/>					

## 4. ¿Cómo evaluarías el vínculo con los profesores? \*

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Leja	<input type="radio"/>	Cercano				

Respecto a los temas tratados en la materia:

5. ¿Encontraste alguna dificultad en algún tema de los tratados durante el cursado de la materia? \*

Podés marcar hasta tres opciones. Al final podés explicar el por qué.

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química
- Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría
- Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces
- Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido
- Tema 5: Soluciones y Dispersiones
- Tema 6: Termodinámica Química
- Tema 7: Equilibrio de Fases
- Tema 8: Equilibrio Químico
- Tema 9: Equilibrio Ácido-Base
- Tema 10: Equilibrio de Solubilidad
- Tema 11: Reacciones Redox
- Tema 12: Cinética Química
- Tema 13: Química Nuclear
- Tema 13 bis: Química Teórica y Computacional

6. Si encontraste alguna dificultad, ¿a qué creés que fue debido? (opcional)

Se agradece que respondas para que podamos reconocer si hay elementos a mejorar en la cátedra

---

---

---

---

---

7. ¿Encontraste algún tema que te haya resultado más interesante/novedoso o relevante como futuro químico? \*

Podés marcar hasta tres opciones. Al final podés explicar el por qué.

*Selecciona todas las opciones que correspondan.*

- Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química
- Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría
- Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces
- Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido
- Tema 5: Soluciones y Dispersiones
- Tema 6: Termodinámica Química
- Tema 7: Equilibrio de Fases
- Tema 8: Equilibrio Químico
- Tema 9: Equilibrio Ácido-Base
- Tema 10: Equilibrio de Solubilidad
- Tema 11: Reacciones Redox
- Tema 12: Cinética Química
- Tema 13: Química Nuclear
- Tema 13 bis: Química Teórica y Computacional

8. Si encontraste alguno ¿cuál es el motivo? (opcional)

Se agradece que respondas para que podamos reconocer los intereses y perspectivas de los estudiantes.

---

---

---

---

---

9. ¿Cómo considerarás que manejas los conocimientos de la materia? \*

Recordá que la encuesta es ANÓNIMA y no afectará la evaluación.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy bien	Bien	Regular	Mal	Muy mal	No recuerdo el tema
<b>Tema 1: Conceptos Generales y Herramientas en la Química</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 2: Formulación, Nomenclatura y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 3: Teoría Cuántica, Estructura Electrónica y Enlaces</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 4: Estados de la Materia: Gaseoso, Líquido y Sólido</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 5: Soluciones y Dispersiones</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 6: Termodinámica Química</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 7: Equilibrio de Fases</b>	<input type="radio"/>					
<b>Tema 8: Equilibrio Químico</b>	<input type="radio"/>					

**Tema 9:  
Equilibrio  
Ácido-Base**

---

**Tema 10:  
Equilibrio de  
Solubilidad**

---

**Tema 11:  
Reacciones  
Redox**

---

**Tema 12:  
Cinética  
Química**

---

**Tema 13:  
Química  
Nuclear**

---

**Tema 13 bis:  
Química  
Teórica y  
Computacional**

Respecto a los trabajos prácticos:

## 10. ¿Cómo evaluarías la dificultad de los trabajos prácticos? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy Difícil	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>						

**T.P.:****Solubilidad y  
Formación de  
Precipitados**      **T.P.: Oxidación  
y Reducción**      **T.P.: Cinética  
Química**      **T.P.: Química  
Computacional**

11. ¿Considerás que el trabajo práctico contribuyó a la comprensión de los contenidos teóricos de la materia? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Mucho	Bastante	Hasta cierto punto	Poco	Nada	Al contrario, resultó confuso	No lo hice
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
<b>T.P.: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

**T.P.:****Solubilidad y  
Formación de  
Precipitados****T.P.: Oxidación  
y Reducción****T.P.: Cinética  
Química****T.P.: Química  
Computacional**

## 12. ¿Cómo evaluarías (en general) los trabajos prácticos dictados? \*

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>						
<b>T.P.: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>						

**T.P.:****Solubilidad y  
Formación de  
Precipitados**      **T.P.: Oxidación  
y Reducción**      **T.P.: Cinética  
Química**      **T.P.: Química  
Computacional**

13. ¿Consideras que algunos trabajos prácticos deberían mejorarse, mantenerse, \*  
o quitarse y cambiarse?

Si faltaste a un trabajo práctico respondé "No lo hice" en la casilla correspondiente.

Marca solo un óvalo por fila.

	Mantener	Mejorar	Sacar y Cambiar	Al contrario, resultó confuso	No lo hice	No lo recuerdo
<b>T.P. : Higiene, Seguridad e Introducción al trabajo de Laboratorio</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Simetría y Enlace</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Reacciones Químicas y Estequiometría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Ley de Dalton y Ecuación General de los Gases</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Estados Líquido y Sólido. Soluciones y Densimetría</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Termoquímica</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Equilibrio Químico. Principio de Le Chatelier</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>T.P.: Preparación de una Solución Valorada de HCl. Titulación Ácido-Base</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**T.P.:****Solubilidad y  
Formación de  
Precipitados**     **T.P.: Oxidación  
y Reducción**     **T.P.: Cinética  
Química**     **T.P.: Química  
Computacional**     

14. Si elegiste mejorar o cambiar algún trabajo práctico ¿por qué? (opcional)

---

---

---

---

---

15. ¿Alguna opinión, positiva o negativa, respecto a algún trabajo práctico particular o en general?

Cualquier tipo de respuesta se agradece (sean positivas o negativas)

---

---

---

---

---

Respecto a la calidad de la cátedra en general:

16. ¿Cómo evaluarías la flexibilidad de la cátedra? \*

Flexibilidad respecto a horarios, entregas, disponibilidad de los profesores a consultas, etc

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Flexible

17. ¿Cómo consideras el régimen de regularidad? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Difícil

18. ¿Cómo consideras el régimen de promoción? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Difícil

19. ¿Cómo evaluarías a la cátedra en general? \*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Muy      Muy Buena

20. ¿Alguna opinión u observación que no haya sido tomada en cuenta en la encuesta? (opcional)

Sentite libre de opinar, recordá que la encuesta es ANÓNIMA y no tiene fines evaluativos

---

---

---

---

---

Una última y nos vamos:

21. Finalmente, ¿recordás como comenzaste el cuatrimestre? ¿cómo te ves ahora y cómo te veías entonces?

Esta pregunta tiene como objetivo que pares a reflexionar un poco de que te sirvió la materia y que nos lo comentes

---

---

---

---

---

---

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios



## Cuestionarios pretest-postest

- Preguntas de la encuesta en la siguiente página.

[Volver al índice de anexos](#)

[Cuestionario](#)[Configuración](#)[Preguntas](#)[Resultados](#)[Banco de preguntas](#)[Más ▾](#)Pregunta **1**

Sin responder aún

Se puntúa como 0 sobre 1,00

Ordene los siguientes compuestos de boro por su polaridad ( $\text{BF}_3$ ,  $\text{BF}_2\text{H}$ ,  $\text{BFH}_2$ ,  $\text{BH}_3$ ): $\text{BF}_3$   $\text{BF}_2\text{H}$   $\text{BFH}_2$   $\text{BH}_3$   muy polar poco polar no polar

Pregunta **2**

Sin responder aún

Sin calificar

Seleccioná cuales de estas opciones usaste (si es que la o las usaste) para la resolución de la pregunta anterior.

Seleccione una o más de una:

- dibujé la geometría
- busqué en la tabla periódica
- utilicé tablas de datos
- busqué la respuesta en internet (ej: wikipedia)
- utilicé modelos moleculares en computadora
- utilicé modelos moleculares físicos (comprados o caseros)
- otro

Pregunta **3**

Sin responder aún

Sin calificar

Seleccioná alguna justificación que consideres apropiada o hayas usado para responder la primer pregunta:

Seleccione una o más de una:

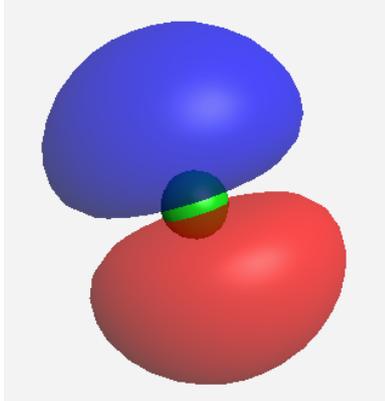
- simetría
- electronegatividad
- electrones de valencia
- tipos de átomos
- otro

Pregunta **4**

Sin responder aún

Se puntúa como 0 sobre 1,00

¿Identificás lo que se ve en la imagen?



¿Es alguna de estas opciones?

Seleccione una:

- un orbital atómico
- un orbital molecular
- un orbital de enlace
- un orbital de antienlace
- la densidad electrónica

5/15/25, 8:26 PM

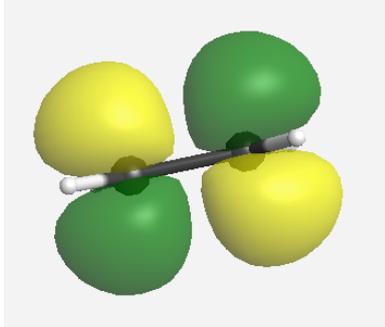
Post-test para el TP - 2024Ic (copia)

Pregunta **5**

Sin responder aún

Se puntúa como 0 sobre 1,00

¿Identificás lo que se ve en la imagen?



¿Es alguna de estas opciones?

Seleccione una:

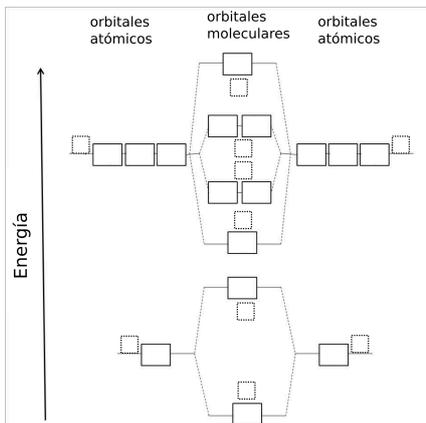
- un orbital atómico
- un orbital molecular
- un orbital de enlace
- un orbital de antienlace
- la densidad electrónica

Pregunta **6**

Sin responder aún

Se puntúa como 0 sobre 1,00

¿Identificás lo que hay en la imagen?



¿Es alguna de estas opciones?

Seleccione una:

- diagrama de orbitales moleculares
- diagrama de orbitales atómicos
- diagrama de energía
- diagrama cuántico

5/15/25, 8:26 PM

Post-test para el TP - 2024Ic (copia)



## Pregunta 7

Sin responder aún

Se puntúa como 0 sobre 1,00

Para el caso de la molécula de  $O_2$ , completá el diagrama con los electrones que le corresponden:

