



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
TEMUCO

CENTRO DE DESARROLLO  
E INNOVACIÓN DE LA DOCENCIA  
DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA  
VICERRECTORÍA ACADÉMICA

MANUAL ORIENTADOR PARA IMPLEMENTAR  
LA METODOLOGÍA DE INDAGACIÓN GUIADA EN  
LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE QUÍMICA GENERAL



## MANUAL ORIENTADOR PARA IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA DE INDAGACIÓN GUIADA EN LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE QUÍMICA GENERAL

COMUNIDAD DE APRENDIZAJE DE QUÍMICA

AUTORAS y AUTOR (en orden alfabético):

Aida Concha Fritz

Katherine Loyola Alfaro

Angélica Ramírez Vera

L-Nicolás Schiappacasse Poyanco

María Teresa Villanueva

ASESORA PEDAGÓGICA:

Gema Pascual Hoyuelos

DISEÑO:

Rodrigo Díaz Aravena

Año 2023

ISBN: 978-956-6224-10-5

Este Manual fue financiado por el Proyecto de Innovación en Docencia (PID UCT 2021), denominado “Laboratorio en Casa’: Propuesta para la implementación de actividades prácticas en un curso de Química General impartido bajo la modalidad de educación a distancia.”



## »» PRESENTACIÓN

La Comunidad de Aprendizaje de Química, junto con la de Matemáticas, fue la primera en constituirse en la Universidad Católica de Temuco, el año 2013. Desde ese año y hasta el 2019, la comunidad de aprendizaje estuvo integrada por tres docentes: *Mg. Aída Concha-Fritz* y *Lic. María-Teresa Villanueva*, ambas académicas del Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas de la Facultad de Recursos Naturales, y el *Dr. L-Nicolás Schiappacasse Poyanco*, académico del Departamento de Procesos Industriales de la Facultad de Ingeniería, quienes impartían el curso “Química en Contexto” (Química General contextualizada), a estudiantes de primer año de ingenierías civiles. Fue así como el interés del profesor y de las profesoras por mejorar la calidad de los aprendizajes motivó la constitución de esta comunidad, para lo cual iniciaron un camino de investigación e innovación en docencia, siendo apoyados desde un primer momento por la Dirección General de Docencia (DGD) a través de su Centro de Desarrollo e Innovación de la Docencia (CeDID). En el período indicado, dos profesionales de este centro prestaron asesoría pedagógica a la comunidad de manera permanente: *Mg. Andrea Sáez*, entre los años 2013 y 2016, y *Mg. Héctor Turra*, entre los años 2016 y 2019. Esta asesoría fue determinante tanto para el diseño como para la sistematización de las innovaciones desarrolladas.

El eje central del trabajo realizado por la Comunidad de Aprendizaje fue implementar metodologías de aprendizaje activo en el curso de Química en Contexto mediante un uso intensivo de TICs, en concordancia con el Modelo Educativo de la UCT. Es así como se implementaron las metodologías “clase invertida” e “indagación guiada”, lo que fue posible gracias al financiamiento otorgado por la DGD-UCT a los proyectos de innovación docente que se indican a continuación:

### Proyectos de Innovación Docente ejecutados por la Comunidad de Aprendizaje de Química en el período 2013 – 2019, financiados por la DGD-UCT

Año	Nombre del Proyecto
2013-2014	“Propuesta didáctica basada en el uso de tablets para aumentar la motivación de los/las estudiantes de Química en los prácticos de Laboratorio”.
2014-2015	“Baúl de materiales didácticos para química. Desarrollo de recursos educativos multimedia para el aprendizaje de la Química”.
2017-2018	“Quimipuntos: descubre tu potencial. Incorporación de la gamificación en el curso de Química en Contexto para motivar el trabajo autónomo”.
2018-2019	“Otra cosa es con guitarra: Evaluación auténtica en el laboratorio de Química desde un enfoque de competencias”.

Después de un receso el año 2020, causado por la pandemia de COVID-19, el año 2021 la Comunidad retomó su trabajo, sumándose a éste las docentes *Ing. Angélica Ramírez Vera* y *Lic. Katherine Loyola Alfaro*, ambas académicas del Departamento de Ciencias Biológicas y Químicas de la Facultad de Recursos Naturales, y la asesora pedagógica *Dra. Gema Pascual Hoyuelos*, profesional del CeDID-DTE. En este último período, se logró la adjudicación de financiamiento DGD-UCT para una nueva iniciativa: “*Laboratorio en Casa. Propuesta para la implementación de actividades prácticas en un curso de Química General impartido bajo la modalidad de educación a distancia*”. En el marco de este proyecto se perfeccionó la metodología de Indagación Guiada para actividades prácticas en aulas. El manual que aquí se presenta es el producto de este trabajo.

# »» ÍNDICE

» PRESENTACIÓN	3
» INTRODUCCIÓN	6
» MARCO REFERENCIAL	8
¿Por qué un curso de Química General requiere de actividades prácticas?	9
¿En qué consiste la estrategia de Indagación Guiada?	9
¿Cómo aplicar la estrategia de indagación guiada en las actividades prácticas?	10
¿Cómo elaborar las Guías de Actividades Prácticas?	19
¿Qué rol cumple el/la docente en la Indagación Guiada?	20
» MARCO PRÁCTICO	22
Guía de la Actividad Práctica 1: Reconocimiento de materiales de uso frecuente	23
<i>Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 1</i>	25
Guía de la Actividad Práctica 2: Descubriendo el compuesto iónico	27
<i>Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 2</i>	30
Guía de la Actividad Práctica 3: Fuerzas entre las moléculas	32
<i>Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 3</i>	34
Guía de la Actividad Práctica 4: “Nada se pierde todo se transforma”	36
<i>Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 4</i>	38
Guía de la Actividad Práctica 5: La mezcla perfecta	39
<i>Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 5</i>	42
» ALGUNAS REFLEXIONES DESDE LA EXPERIENCIA ACUMULADA	43
» REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45



## »» INTRODUCCIÓN

El año 2013, el curso Química en Contexto fue catalogado por la DGD-UCT como “crítico”, debido a sus altas tasas de reprobación, que llegaban a un 70 %. Este hecho instó a las profesoras y al profesor a cargo del curso a realizar una revisión y análisis reflexivo de su práctica docente, lo que los llevó a concluir que las metodologías tradicionales empleadas, vale decir, centradas en la enseñanza y en el/la docente, debían cambiarse, pues las características del estudiantado habían cambiado de manera considerable. En términos de Biggs y Tang (2007), los/las jóvenes que ingresaban a la universidad ya no eran mayoritariamente estudiantes “académicos”, sino que presentaban una gran diversidad tanto de intereses, de estilos de aprendizajes y capital cultural, como de niveles de desarrollo de aquellas competencias que son esenciales para la vida universitaria. Así, se transformó completamente el curso, adoptando metodologías de aprendizaje activo centradas en el/la estudiante, tales como “clase invertida” para las sesiones de aula e “indagación guiada” para las actividades prácticas.

Respecto a las actividades prácticas, bajo la metodología tradicional, su finalidad principal era verificar los principios enseñados en las clases de cátedra. Tal como describen Concha et al.

El/la profesor/a diseñaba experimentos que los/las estudiantes debían reproducir. A ellos se les entregaba una guía de laboratorio que contenía una introducción, un marco teórico y una descripción paso a paso de las actividades a realizar. Al terminar el práctico, debían entregar un informe con la presentación de los resultados experimentales y una explicación de los mismos a la luz de algún principio o teoría. (2019, p.4-5)

Ya se ha dicho que el desempeño de los/las estudiantes era deficiente; los resultados de las evaluaciones mostraban que los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales no habían



sido aprendidos. Se hacía evidente que el trabajo de preparación de las actividades no había sido realizado, pues, por una parte, era frecuente que algunos/as estudiantes se presentaran sin la guía entregada por el/la docente y, por otra parte, se observaba que, durante la realización de las actividades prácticas, se limitaban a seguir las instrucciones de la guía como quien sigue una receta de cocina. Por último, en los informes no se apreciaba un análisis crítico del procedimiento y la discusión de los resultados era francamente deficiente.

En tal contexto, la metodología de aprendizaje activo indagación guiada permitió cambiar tal realidad, ciertamente frustrante para docentes y estudiantes. Con la indagación guiada cambió radicalmente la disposición y actitud de los/las estudiantes hacia las actividades prácticas, y las evaluaciones mostraron que los resultados de aprendizaje habían sido alcanzados (Concha et al., 2019; Concha et al., 2020)

Después de varios años de trabajo con la metodología de indagación guiada, los/las docentes de la Comunidad de Aprendizaje de Química han identificado aciertos y errores, y han sido capaces de desarrollar un proceso de mejora continua. Este manual es el resultado de este proceso y se espera que pueda inspirar a otras y otros docentes.

El documento que aquí se entrega es un manual orientador para implementar la metodología de indagación guiada en las actividades prácticas del curso de Química General. Se espera aportar con esta herramienta a la enseñanza de la química, especialmente, en las carreras de ingeniería, aun cuando este manual puede ser aplicado en cualquier carrera que incluya cursos de química en su itinerario formativo.

En la primera parte se aporta el marco referencial en el que se apoya la práctica, resaltando los estudios que avalan los beneficios de la indagación guiada. Posteriormente, se justifica por qué un curso de química requiere de actividades prácticas, se explica en qué consiste la indagación guiada, cómo aplicarla, cómo elaborar las guías de actividades prácticas y qué rol cumple el profesorado en esta estrategia.

En la segunda parte se aporta el marco práctico, recogiendo cinco guías de actividades prácticas implementadas en un curso de Química General.

Para finalizar, se aportan algunas reflexiones desde la experiencia acumulada de la Comunidad de Aprendizaje de Química.



## MARCO REFERENCIAL

Investigaciones pasadas (Montes de Oca y Machado, 2011; De Miguel, 2006) demuestran que las metodologías de aprendizaje activo, como indagación guiada para las actividades prácticas, se adaptan mucho mejor a todo tipo de estudiantes y son mucho más efectivas en la generación de aprendizajes significativos y profundos.

La indagación científica es una propuesta pedagógica basada en la filosofía de Dewey, quien establece que “la educación comienza con la curiosidad del estudiante”. En tal sentido, la curiosidad es un instinto natural y las preguntas dan origen al pensamiento, permitiéndonos explorar y conocer a través de las respuestas. Dewey entendía que el aprendizaje se basa en el descubrimiento guiado por un tutor más que en la transmisión del conocimiento.

La indagación guiada se define como una estrategia para el aprendizaje que utiliza procedimientos de investigación, recursos físicos y virtuales, con el fin de construir conocimiento y comprensión sobre un tema de estudio (Kuhlthau et al., 2015). En esta modalidad, el/la profesor/a guía a sus estudiantes a través de preguntas orientadoras, con la finalidad de resolver una pregunta de investigación propuesta por el/ella mismo/a (Oliveira, 2009; Reyes et al., 2012).

La indagación busca de forma explícita desarrollar en los/las estudiantes el razonamiento lógico-científico (competencia específica del curso Química General), que les permita realizar preguntas, discutir, formular hipótesis, proponer diseños de investigación, solucionar problemas o preguntas y, finalmente, difundir académicamente el proceso y los resultados (Kuhlthau et al., 2015; Santos y Hernández, 2005).





## » ¿Por qué un curso de Química General requiere de actividades prácticas?

De acuerdo a lo investigado por Lowery-Bretz (2019), por muchos años existió entre los/las químicos/as la certeza de que todos los/las estudiantes universitarios de química aprendían más y mejor cuando ejecutaban actividades de laboratorio. Sin embargo, un meta-análisis demostró que no existía relación entre las experiencias del/la estudiante en el laboratorio y sus aprendizajes (Reid & Shah, 2007; Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007). Estos resultados se atribuyeron al hecho de que el diseño tradicional de las actividades prácticas obedecía a metodologías pasivas de enseñanza aprendizaje: el/la profesor/a definía los experimentos que los/las estudiantes debían reproducir siguiendo las instrucciones de una guía, tal como se hace con una receta de cocina. Así, cuando se usaron otros modelos de instrucción en el laboratorio, tales como indagación guiada, sí fue posible demostrar que se generaban ganancias en el aprendizaje de los/las estudiantes (Walker et al., 2011).

Las actividades prácticas deben ser diseñadas de manera tal que requieran una demostración activa por parte de los/las estudiantes de su capacidad de poner en acción su conocimiento (Biggs y Tang, 2007). Las actividades prácticas proveen de situaciones auténticas de aprendizaje, fomentando el desarrollo de habilidades para la vida, en las que lo que importa es aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser (Macedo, 2006). Así, las actividades prácticas no son un fin, sino un medio para alcanzar los resultados de aprendizaje (Flores et al., 2009), al igual que las actividades autónomas y las actividades de aula.

## » ¿En qué consiste la estrategia de Indagación Guiada?

Una forma de explicar en qué consiste la estrategia de indagación guiada es mostrar sus etapas. Así, en cada actividad práctica se suceden las siguientes etapas:

- i) A un equipo de estudiantes se le plantea un desafío;
- ii) Mediante **indagación**, el equipo obtiene información sobre el **desafío** a resolver;
- iii) El equipo **diseña** experimentos que le permitan responder el desafío;
- iv) Una vez que su diseño ha obtenido el visto bueno del/la docente, el equipo **ejecuta** los experimentos y **elabora** un registro de su trabajo;
- v) Finalmente, el equipo **entrega** un reporte oral con apoyo de material multimedia, **comparte** su experiencia y **comunica** las conclusiones que obtuvo del trabajo experimental, respondiendo, además, preguntas de sus pares y del/la docente.

Una actividad práctica se desarrolla en un período de 3 semanas (más una semana 0). En la primera semana (en el aula), planifican; en la segunda, realizan los experimentos; y en la tercera, entregan su reporte. Un/una docente más un/una ayudante supervisan el trabajo de 20 estudiantes.

La indagación sobre el desafío a resolver, el diseño de experimentos y la elaboración del reporte son instancias en las que el estudiantado puede evidenciar el desarrollo de la competencia genérica “Manejo del Conocimiento y Gestión de la Información” en su nivel 1, que la UCT define como: “Gestiona información pertinente para el logro de los resultados de aprendizaje, manejando técnicas de identificación, comprensión, evaluación y sistematización, desde diversas fuentes asociadas a su disciplina y mediante aplicación de criterios de calidad (validez y confiabilidad)”<sup>1</sup>.

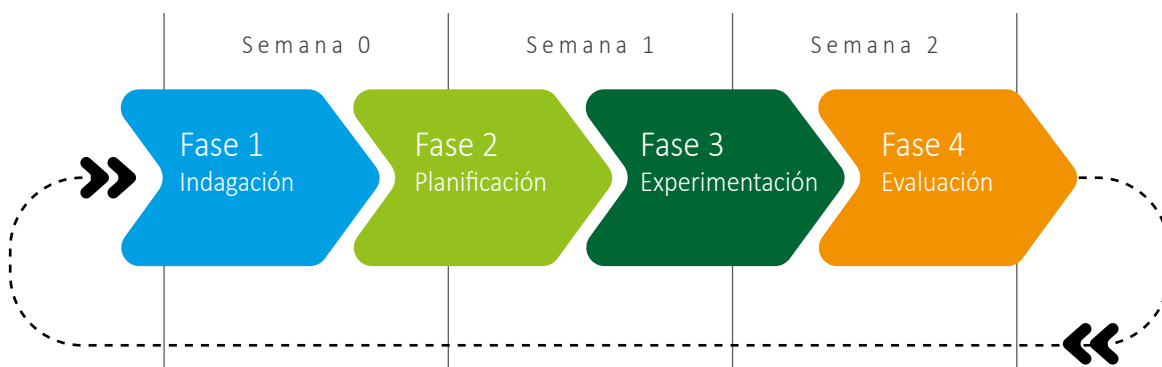
Cada actividad práctica es evaluada mediante una rúbrica que combina criterios relacionados con competencias específicas y genéricas (Radzikowski et al., 2021), tales como:

- Planifica y realiza experimentos sencillos;
- Trabaja con seguridad e higiene;
- Trabaja noticias destacadas colaborativamente;
- Es meticuloso/a en la aplicación de técnicas experimentales;
- Registra observaciones detalladas y hace mediciones precisas;
- Analiza, interpreta y comunica resultados;
- Reflexiona sobre la crítica constructiva (emitida por el/la profesor/a y pares).

Toda esta información se refleja en la Guía de Actividad Práctica, que es explicada con más detalle a continuación. Ejemplos de estas Guías pueden verse en el capítulo “Marco Práctico” de este manual.

## » ¿Cómo aplicar la estrategia de indagación guiada en las actividades prácticas?

Tal como muestra la Figura 1, la estrategia de indagación guiada aplicada a las actividades prácticas se divide en 4 fases, las que se trabajan en ciclos; es decir, el cumplimiento de la primera fase da paso a la siguiente, hasta completar el ciclo. Cada una de las fases contribuye a avanzar hacia el aprendizaje profundo.



**Figura 1.** Fases de la Indagación Guiada.

<sup>1</sup> Universidad Católica de Temuco.(2016) Cuaderno de Docencia N°3, Competencias genéricas para la formación de profesionales integrales. Dirección General de Docencia, Vicerrectoría Académica [http://cedid.uct.cl/img/info8/03\\_competencias\\_genericas\\_1\\_20170118154016.pdf](http://cedid.uct.cl/img/info8/03_competencias_genericas_1_20170118154016.pdf)



A continuación, se describe el propósito o principio de cada fase:

**Fase 1: Indagación.** El propósito es cautivar al estudiantado, captar su interés, fomentar la curiosidad, invitar a experimentar y motivarlos/las a ser un/una científico/a incipiente.

**Fase 2: Planificación.** Consiste en diseñar un experimento sobre la base del conocimiento teórico adquirido durante la cátedra y durante la fase de indagación. Los/las estudiantes expresan visualmente sus ideas y, a su vez, elaboran un procedimiento experimental que conduzca a la obtención del producto, lo que les obliga a movilizar sus conocimientos y destrezas.

**Fase 3: Experimentación.** El propósito es ejecutar el procedimiento experimental diseñado en la planificación, con el que se debiera dar cumplimiento al desafío asignado (demostrar el cumplimiento de una ley o teoría o identificar alguna sustancia, por ejemplo).

**Fase 4: Evaluación.** El propósito es medir los aprendizajes tanto a nivel de instrucción académica como de trabajo en equipo, por lo que se solicita la elaboración de un informe o disertación y, finalmente, se aplica un control de carácter individual.

En cada una de las fases se realizan diferentes actividades, que son mostradas en detalle en las Tablas 1, 2, 3 y 4, considerando la perspectiva del profesorado y del estudiantado.



**Tabla I**

*Fase 1: Indagación (semana 0)*

<b>Desde la perspectiva del profesorado</b>	<p>El/la docente publica la Guía de Actividad Práctica una semana antes de realizarse la planificación, con el objeto de que el estudiantado pueda conocer de qué trata la actividad y realizar la indagación correspondiente.</p> <p>Instruye y hace énfasis en que es necesario investigar y completar la fase de indagación en sus horas autónomas. Además, en la Guía de la Actividad Práctica se incluyen lecturas sugeridas de libros y páginas web.</p> <p>Cada uno de los elementos que componen la Guía de Actividad Práctica apunta a levantar el aprendizaje, instando al/la estudiante a establecer relaciones entre la nueva información y la información previa. Así, el/la estudiante construye su propio conocimiento.</p>
<b>Desde la perspectiva del estudiantado</b>	<p>El/la estudiante junto a sus compañeros de equipo, recibe o descarga la Guía de la Actividad Práctica, con el objeto de conocer la actividad en la cual trabajará. Lee y se instruye de la información que trae la guía.</p> <p>Seducido por el título, encantado con los retos y movido por la curiosidad de experimentar, debe preparar la indagación consistente en investigar sobre los conceptos fundamentales relacionados con los desafíos y responder las preguntas orientadoras. Todo esto en las horas autónomas.</p> <p>Busca información en los libros y web sugeridas. Esto debe estar resuelto para la semana siguiente, ya que es la base de la planificación de los experimentos.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla II**

*Fase 2: Planificación (Semana 1)*

<b>Desde la perspectiva del profesorado</b>	<p>El/la docente prepara una presentación con la unidad de contenido que se trabajará. Esta presentación, concisa y precisa, es un apoyo para encauzar el conocimiento básico; provee de una estructura y guía para alcanzar el objetivo de la actividad práctica.</p> <p>La dinámica, al inicio de la clase, es indagar cuán preparados están, haciendo preguntas relacionadas con el tema que deben manejar y haciendo deducciones sobre la base del conocimiento previo adquirido en la cátedra, además del que fue direccionado con la indagación.</p> <p>El avance de la presentación está condicionado por las respuestas de los/las estudiantes, ya que el contenido de la presentación es el conocimiento</p>
---	---

fundamental que deben adquirir para diseñar los experimentos. Se aclaran las ideas, se alinea su planificación al objetivo de la actividad, se hace énfasis en lo que se quiere probar en la actividad. Todo con la finalidad de que el/la estudiante pueda estructurar un procedimiento experimental que cumpla con el desafío planteado y que el/la docente encuentre la evidencia de la construcción del aprendizaje.

Los requerimientos mínimos para la planificación son:

- a) Redacción del procedimiento experimental, en tercera persona y escrito en forma punteada.
- b) Diseño de tablas, con número y nombre relacionado con la información que mostrará. El registro en ellas de los resultados deberá facilitar su posterior análisis.

El/la docente debe proporcionar a cada equipo la información del producto a evaluar, que puede ser Disertación o Informe:

- *Disertación*: Presentación del trabajo experimental, que se expone en, máximo, 10 minutos, teniendo 5 minutos para ronda de preguntas. Dispone de una semana para prepararla desde la realización de los experimentos.
- *Informe*: Documento con el reporte del trabajo experimental. Dispone de una semana para elaborarlo desde la realización de los experimentos.

Los productos a evaluar se van alternando entre los equipos que participan en una clase de laboratorio: una mitad prepara disertaciones y la otra escribe informes.

Cada producto tiene una e-rúbrica de evaluación en línea a la que tiene acceso cada estudiante.

### Desde la perspectiva del estudiantado

Los/las estudiantes, sobre la base de lo planteado en la Guía y del conocimiento adquirido, deberán diseñar una actividad experimental que cumpla con los desafíos. El diseño consiste en definir un conjunto de operaciones experimentales, secuenciadas, que conduzcan a la respuesta requerida por el desafío.

Deben escribir un procedimiento experimental detallado, listando los materiales y reactivos, informándose de las medidas de seguridad que deben implementar para la manipulación de materiales, instrumentos y reactivos.

	<p>En la planificación de la parte experimental, deben:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Escribir el procedimiento experimental en tercera persona.</li> <li>b) Escribir el procedimiento experimental en forma punteada.</li> <li>c) Diseñar las tablas en las que registrarán los resultados e identificarlas con número y nombre. Éste último debe tener relación con la información que entregará la misma.</li> </ol> <p>El/la estudiante, en cuanto a los productos de evaluación, debe conocer:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Si le corresponde disertación o Informe.</li> <li>b) Cuál será la metodología de evaluación.</li> <li>c) Las rúbricas respectivas.</li> </ol>
--	---

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla III**  
*Fase 3: Experimentación (Semana 2)*

<b>Desde la perspectiva del profesorado</b>	<p>El/la docente en esta fase presta atención a la ejecución experimental y, a su vez, insta al razonamiento de los resultados.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. En relación a “atender a la ejecución experimental”, debe manejar:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Material de laboratorio.</li> <li>b) Instrumentos de laboratorio.</li> <li>c) Información asociada al riesgo de los reactivos.</li> <li>d) Información respecto a la manipulación de reactivos de laboratorio.</li> <li>e) Información frente a un accidente en el laboratorio.</li> </ol> </li> <li>II. En relación a “instar al razonamiento”, le corresponde:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Instar al estudiantado a ser críticos con el diseño experimental, a razonar y a buscar la evidencia empírica que valide o demuestre los principios teóricos.</li> <li>b) Lograr que el estudiantado sea capaz de inferir sus respuestas a través de la experimentación, basado en el conocimiento previamente adquirido tanto en la cátedra como en la fase de indagación.</li> <li>c) Promover la curiosidad y el desarrollo del razonamiento lógico para relacionar la evidencia empírica con la fundamentación teórica.</li> </ol> </li> </ol>
---	---



	<p>III. En relación a los productos solicitados, debe asegurarse de que el/la estudiante está en conocimiento de:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>El producto asignado a su equipo. Este debe quedar registrado y publicado en la plataforma institucional para conocimiento general.</li><li>La rúbrica con la que será medido. Debe estar accesible en la plataforma institucional.</li><li>Que pueden resolver sus dudas en el horario de consulta.</li></ol>
<p><b>Desde la perspectiva del estudiantado</b></p>	<p>El estudiantado desarrolla las actividades prácticas según su planificación.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Antes de ejecutar los experimentos, debe manejar y reconocer:<ol style="list-style-type: none"><li>El material de laboratorio.</li><li>Los instrumentos de laboratorio.</li><li>La información asociada al riesgo de los reactivos.</li><li>La información respecto a la manipulación de reactivos de laboratorio.</li><li>La información frente a un accidente en el laboratorio.</li><li>Información sobre:<ul style="list-style-type: none"><li>Conceptos y definiciones relacionados con la actividad práctica.</li><li>Los fundamentos teóricos implicados en el desafío.</li><li>La guía de actividad práctica.</li></ul></li></ol></li><li>Durante la ejecución experimental deben:<ol style="list-style-type: none"><li>Retirar materiales y reactivos para la actividad.</li><li>Realizar la actividad experimental según su planificación.</li><li>Asociar el conocimiento teórico al trabajo empírico.</li><li>Simultáneamente, a través de la observación, analizar los resultados de sus experimentos.</li><li>Tomar registro de su trabajo experimental mediante videos y/o fotografías.</li><li>Registrar los resultados en las tablas diseñadas por ellos/as mismos/as.</li><li>Extraer sus conclusiones sobre la base del conocimiento teórico - práctico de la unidad de contenido trabajada.</li></ol></li></ol>

Fuente: Elaboración propia, 2022

**Tabla IV**
**Fase 4: Evaluación (Semana 3)**

<p><b>Desde la perspectiva del profesorado</b></p>	<p>El/la docente evalúa los productos solicitados mediante las e-rúbricas publicadas en la plataforma.</p> <p>I. Descripción de los productos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Disertación:</b> Se evalúa el manejo de la información y la apropiada estructura de la presentación, que en su conjunto dejan de manifiesto que existe comprensión del trabajo realizado. En general, debe cumplir con un formato establecido: resumen, objetivos, metodología, resultados y discusión, conclusiones y referencias bibliográficas. Una vez finalizada la exposición, se realizan preguntas para medir cuánto han aprendido con la experiencia de laboratorio.</li> <li>• <b>Informe:</b> Busca evaluar el manejo de la información, establecer mediante el escrito la trazabilidad del experimento. Para esto, debe cumplir con un formato establecido: resumen, objetivos, metodología, resultados y discusión, conclusiones y referencias bibliográficas.</li> </ul> <p>II. En qué consiste la evaluación del producto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Disertación:</b> se dispone de 10 min de exposición, pues se pretende que los/las estudiantes desarrollen la capacidad de síntesis. Deben entregar la información más relevante, relacionando los resultados empíricos con la teoría. Además, se mide la expresión oral y el dominio del escenario (asociadas a la competencia genérica comunicación oral, escrita y multimodal).</li> <li>• <b>Informe:</b> Se entrega impreso o se sube a la plataforma. La redacción del informe ofrece la posibilidad de desplegar información que contribuya a explicar las observaciones experimentales. A su vez, debe quedar en evidencia la capacidad de análisis. Toda esta información debe quedar plasmada en un escrito según la estructura exigida, de manera que sea posible evaluar si el/la estudiante es capaz de transmitir con claridad lo aprendido. Es importante señalar que este instrumento, a diferencia del anterior, no permite realizar preguntas, por lo que es relevante que el/la estudiante posea una buena redacción.</li> </ul> <p>III. Tiempo requerido para la entrega del resultado de la evaluación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Disertación:</b> Inmediato; tras la disertación mediante e-rúbrica compartida con el estudiantado. Retroalimentación in situ.</li> </ul>
--	---



- Informe: 15 días hábiles, mediante e-rúbrica compartida con el estudiantado. Retroalimentación: Puntaje y nota obtenida con observaciones en los parámetros que requieran comentarios.

#### IV. Evaluación de cierre de la actividad práctica: Control de salida.

La evaluación de cierre (control de salida) consiste en una evaluación escrita e individual que mide la profundidad de los aprendizajes logrados durante la actividad práctica. El control de salida debe tener las siguientes características generales:

- a) *N° de preguntas*: 3 o 4 preguntas.
- b) *Tiempo de duración*: de 20 a 30 minutos de duración, depende de la cantidad de preguntas que se realicen.
- c) Orientación de las preguntas (directas, aplicación, razonamiento y esquema).
  - *Directas*: conceptos, definiciones, claridad en contenidos básicos de la unidad.
  - *De aplicación*: mide la habilidad de interpretar el problema, lograr asociarlo al contenido teórico práctico y, finalmente, resolverlo.
  - *De razonamiento*: mide la habilidad de localizar la información (datos puntuales, información específica presentada de manera explícita en el texto); interpretar y relacionar (habilidades de lectura para operar con elementos implícitos en el texto y el conocimiento teórico); reflexionar y evaluar (capacidad de confrontar distintos aspectos del texto como contenido, experiencia personal, conocimiento teórico y, además, ser capaz de emitir un juicio y valorar la relevancia de la información del texto).
  - Procedimiento experimental traducido a un esquema. El esquema es una herramienta que mide la habilidad para exponer de manera ordenada y visual un tema específico o idea. Un esquema elaborado adecuadamente debería cumplir con estas características:
    - o Representación gráfica, en la que los procedimientos se relacionan a través de recursos como formas, líneas y colores.
    - o Concreto, por lo que debe contener toda la información necesaria. La función del esquema es la de resumir. Si es necesario agregar información al esquema para relacionar las ideas, probablemente no esté bien hecho.
    - o Generalmente, un esquema tiene una o unas pocas ideas principales desde las cuales parten los conceptos



	<p>complementarios. Si abundan las ideas centrales, quiere decir que no se hizo una lectura o un resumen adecuado.</p>
<p><b>Desde la perspectiva del estudiantado</b></p>	<ol style="list-style-type: none"><li>I. El/la estudiante debe estar en conocimiento de las evaluaciones con las cuales deberá cumplir:<ol style="list-style-type: none"><li>a) La elaboración de un producto de aprendizaje que puede ser disertación o informe. Producto asignado por el/la docente.</li><li>b) La resolución individual de un control de salida, una vez terminado el ciclo de la actividad práctica.</li></ol></li> <li>II. Una vez definido el producto a evaluar, el/la estudiante debe asegurarse de conocer exactamente las exigencias para cada producto.<ol style="list-style-type: none"><li>a) Si el producto es una Disertación, debe saber:<ul style="list-style-type: none"><li>• El tiempo de preparación de la disertación.</li><li>• Con detalle, los parámetros de la e-rúbrica. La estructura e información relevante que debe estar en la ppt (presentación, resumen, objetivos, metodología, desarrollo, resultados, análisis de resultados, conclusión, defensa de los resultados y criterios de formalidad).</li><li>• Uso y manejo de la tecnología.</li><li>• Que se le exigirá demostrar dominio del tema.</li><li>• Que su exposición deberá tener un orden y secuencia lógica; que se aprecie un inicio, desarrollo y conclusión</li><li>• El tiempo máximo de exposición.</li><li>• Que se le exigirá responder preguntas del/la docente y sus pares, demostrando la solidez de sus conocimientos.</li></ul></li><li>b) Si el producto es un informe, debe saber:<ul style="list-style-type: none"><li>• El tiempo de preparación de la redacción del documento.</li><li>• Con detalle, los parámetros de la e-rúbrica.</li><li>• El formato y contenido del informe (Resumen, objetivos, metodología, resultados, análisis de resultados, conclusión, referencia e indicadores de formalidad).</li><li>• La importancia de una buena redacción, que permita evidenciar con claridad el manejo de la información, la capacidad de síntesis y el análisis de resultados de la actividad.</li></ul></li></ol></li></ol>

III. Tiempo requerido para la entrega del resultado de la evaluación.

- a) *Disertación*: inmediato, tras la disertación, mediante e-rúbrica compartida con el estudiantado. Retroalimentación in situ.
- b) *Informe*: 15 días hábiles, mediante e-rúbrica compartida con el estudiantado. Retroalimentación: Puntaje y nota obtenida con observaciones en los parámetros que requieran comentarios.

Una vez cumplido el ciclo de la actividad práctica, el estudiantado deberá rendir un control de salida con las características generales mencionadas anteriormente.

Fuente: Elaboración propia, 2022

## » ¿Cómo elaborar las Guías de Actividades Prácticas?

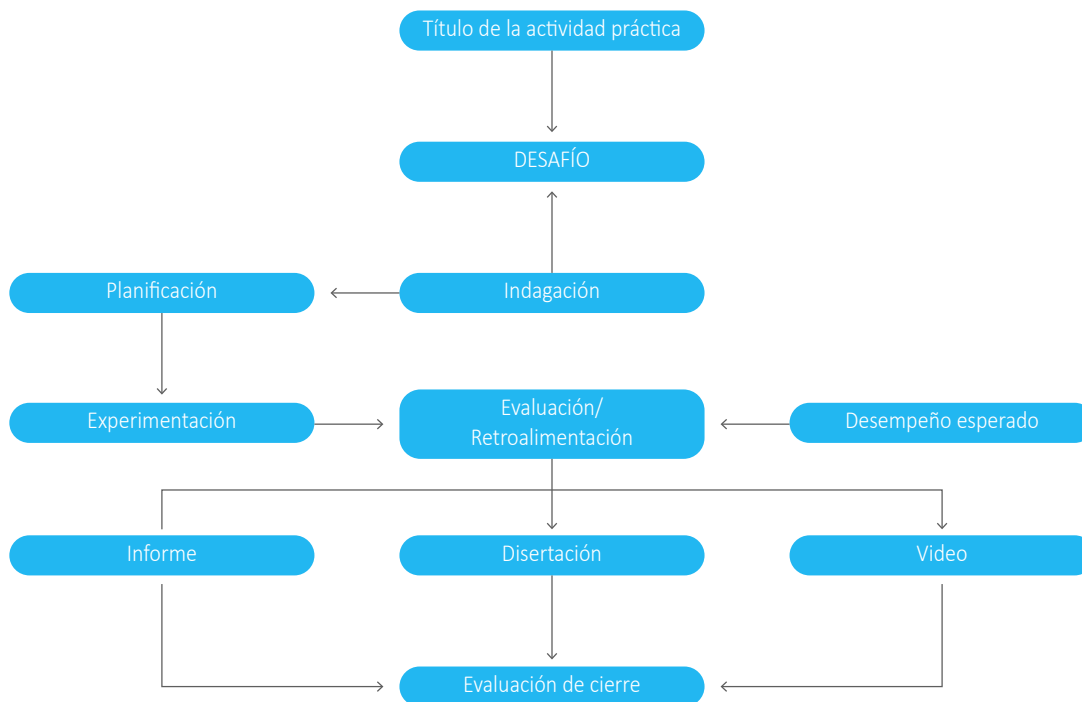
El siguiente apartado resume cómo desarrollar y cuáles son las partes de una Guía de Actividad Práctica.

La Figura 2 muestra que, para el desarrollo de la actividad práctica, es necesario que el/la estudiante comprenda cabalmente el desafío planteado; esto es, qué es lo que debe probar y qué tiene que hacer para conseguirlo. Para ello, es importante que realice la indagación, con el fin de consolidar y robustecer el conocimiento entregado por el/la docente durante la cátedra. Luego, afianzado en la teoría y con apoyo de su creatividad, hace la planificación en donde diseña y elabora un procedimiento experimental que tribute al desafío. Continúa con la ejecución de lo planificado, observando y analizando con detenimiento los resultados empíricos para relacionarlos con los principios teóricos. Finalmente, ordena y sistematiza la información recabada y la presenta en la forma de un informe o disertación. Una vez completo el ciclo de la actividad práctica, rinde un control de salida que medirá los aprendizajes adquiridos.

Las partes fundamentales de una Guía de Actividad Práctica son:

- Título
- Introducción breve
- Resultado de Aprendizaje
- Desempeños esperados
- Desafíos
- Indagación
- Planificación

- Experimentación
- Reporte
- ¿Qué aprendí?
- Fuentes de Información



**Figura 2.** Flujo de desarrollo de la actividad práctica. Partes de la guía respectiva, elaboración propia, 2022.

## » ¿Qué rol cumple el/la docente en la Indagación Guiada?

Las actividades que el/la docente debe realizar para diseñar una actividad práctica con la estrategia de indagación guiada son:

- Definir las unidades que requerirán de una actividad práctica para fortalecer los resultados de aprendizaje.
- Definir los desempeños esperados que el estudiantado debe evidenciar (esto es, conocimientos, habilidades y actitudes).
- Definir el desafío que motivará el trabajo del estudiantado.
- Definir el número de estudiantes que integrarán cada equipo de trabajo.
  - o Se recomienda equipos de dos o tres estudiantes.



- Definir el tiempo que requerirá el desarrollo de cada actividad práctica.
  - o Se sugiere que cada actividad se desarrolle en el lapso de tres semanas (considerando una sesión por semana).
- Elaborar una guía de actividad práctica siguiendo los modelos que se muestran en el Marco Teórico.
- Diseñar los instrumentos de evaluación pertinentes.
- Retroalimentar a los y las estudiantes.
- Analizar la experiencia de desarrollo de la actividad práctica con el estudiantado.

## MARCO PRÁCTICO

En las siguientes páginas del manual se aportan cinco guías de actividades prácticas empleadas en el curso de Química General, que, además, incluyen orientaciones para su implementación. Esta información es enriquecida con la presentación que se hace a los estudiantes al inicio del curso sobre el trabajo de laboratorio. Ver el siguiente enlace: [Link de acceso](#)

## ...>> Guía de la Actividad Práctica 1: Reconocimiento de materiales de uso frecuente.

El laboratorio cuenta con una variada cantidad de materiales e instrumentos, cuyas características y usos son específicos e importantes de considerar, ya que el resultado que se obtenga en las diferentes actividades que se desarrollan, dependerá de su correcta manipulación y de las precauciones que se tomen mientras se usan. El material se puede clasificar según composición, uso y forma. En este práctico, la clasificación se realiza desde lo más general hasta lo particular; es decir, primero abordando su composición y luego su uso.

### > Resultado de aprendizaje:

**RA1:** Utiliza la química en el contexto actual de la Ingeniería aplicando principios básicos y el lenguaje propio de la asignatura para resolver problemas representativos y relevantes.

### > Desempeños esperados:

1. Reconoce los materiales e instrumentos de laboratorio.
2. Describe la función de los materiales e instrumentos de laboratorio.
3. Maneja correctamente los materiales e instrumentos de laboratorio.

### > Desafío:

1. Caracterizar dos materiales o instrumentos de laboratorio asignados por el/la profesor/a.

### > Indagación:

1. ¿Cómo se clasifican los materiales de laboratorio?
2. ¿Cómo se clasifican los instrumentos de laboratorio?
3. ¿Cuál es la forma genérica de lavar el material de laboratorio?
4. ¿Cuál(es) es(son) las precauciones de secado del material de laboratorio?
5. ¿Cuándo no es recomendable utilizar material o instrumento de vidrio?

### > Planificación:

Diseña un guion\* que permita caracterizar 2 materiales de laboratorio asignados por el/la profesor/a, de acuerdo a lo siguiente: función, composición, precauciones de manipulación (uso, lavado y secado) a través de una cápsula audiovisual, cuya duración debe ser máximo de 3 minutos.

\*Escrito que contiene las indicaciones de todo aquello que la cápsula requiere para su puesta en escena.



### IMPORTANTE:

En esta fase trae notebook para avanzar en el desarrollo de su trabajo.

> [Ver Pauta de Evaluación](#)

### > Experimentación:

Junto a tus compañeros de equipo\*, graba un video utilizando el guion creado en la Planificación, en donde se muestran los materiales o instrumentos asignados, se caracterizan y se enseña cómo manipularlos.

\*Conformado por tres estudiantes.

### > Reporte:

Sube tu video a tu Unidad de Drive y comparte el link en un foro disponible en la plataforma del curso. (Al final de la clase)

### > ¿Qué aprendí?:

1. Explique cuáles son las diferencias entre el procedimiento de secado del material volumétrico y el procedimiento de secado de otros materiales de vidrio.
2. ¿Por qué el material volumétrico se fabrica con vidrio de Borosilicato?
3. Liste los materiales volumétricos que miden volúmenes exactos y los que no lo hacen.
4. ¿Para qué se usa la piseta en el laboratorio de química?

### > Fuentes de información:

1. Trujillo, Carlos Alexander. Técnicas y medidas básicas en el laboratorio de química. Editorial Universidad Nacional de Colombia.
2. Material de apoyo de la plataforma Blackboard.
3. Video Inspira UCT.
4. Búsqueda en la web de páginas de universidades.





## ...>> Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 1.

### > Propósito:

Esta actividad práctica permite estandarizar el conocimiento previo que maneja el estudiantado, respecto al reconocimiento y uso del material de laboratorio. Aquí, los/las estudiantes tienen la posibilidad de ver, observar, manipular los materiales de laboratorio, aclarar sus dudas en cuanto a los nombres por los cuales se identifican, cómo se usan, para qué sirven, de qué clase de materia se fabrican, cómo se lavan, cómo se secan, etc. Toda esta información, más la recabada durante la indagación (actividad que cada estudiante debe tener completa antes de realizar la actividad experimental), les permitirá elaborar un video sobre el material que les será asignado, que cumpla con las exigencias de la actividad.

### > Desarrollo de la actividad experimental:

Es importante indicar que esta actividad práctica implica dos sesiones en aula (laboratorio): en la primera, planifican y preparan el guion del vídeo, y en la segunda, producen el vídeo, que luego suben a la plataforma.

Se clasifican los materiales de laboratorio de acuerdo a su uso (madera, plástico, vidrio, goma, metal, etc.) y se dispone un área exclusiva para instrumentos y equipos. Se hace un recorrido de reconocimiento visual y, a su vez, se da una breve descripción de cada uno. Previo a iniciar el recorrido, se da énfasis al desafío que presenta la actividad, para que luego los/las estudiantes escriban un guion que permita caracterizar un set de dos materiales de laboratorio, asignados por el/la docente, de acuerdo a lo siguiente: Función, composición y precauciones de manipulación (uso, lavado y secado). A través de una cápsula audiovisual (de no más de 3 minutos), los/las estudiantes deben entregar la información solicitada y, a su vez, deben indicar cómo se maneja técnicamente el material o instrumento.

### > Consideraciones al momento de la asignación y ejecución de la actividad experimental:

- Previo a la actividad experimental, el/la docente dispone de una tabla (ver Tabla 1.1) en donde ya tiene definido el par de materiales que asignará a cada equipo de trabajo, según disponibilidad en el laboratorio y número de equipos. Aquí se debe tener la precaución de que en cada par de materiales vaya uno que se use para medir volumen. Así, un ejemplo de par de materiales es: pipeta parcial (medir volumen) y vaso precipitado (para calentar y contener).

**Tabla 1.1**
*Registro de asignación de materiales e instrumentos de laboratorio para cada equipo de trabajo*

Set	Materiales e instrumentos	Nombre o N° del equipo	Nombre integrantes del equipo	Producto a entregar
1	Pipeta parcial	Ardillitas o Equipo 1		video
	vaso precipitado			
2	matraz erlenmeyer	Los Malveques o Equipo 2		video
	Pipeta volumétrica o total			

Fuente: Elaboración propia, 2022

- Luego de la asignación de materiales, cada equipo dispone de 30 minutos para escribir un guion con las características solicitadas para cada material.
- Todos los integrantes del equipo deben participar de la redacción del guion y en la posterior presentación audiovisual solicitada.

➤ [Link de acceso a la Presentación para el/la profesor/a \(usada en la fase de planificación\).](#)

## ...>> Guía de la Actividad Práctica 2: Descubriendo el compuesto iónico.

Los átomos dan lugar a la gran diversidad de materia que observamos uniéndose unos con otros mediante dos mecanismos que involucran a sus electrones más externos: formación de enlace covalente (que se basa en la compartición de electrones) y formación de enlace de iónico (que se basa en la atracción electrostática de átomos con cargas opuestas). Los átomos se unen unos con otros para alcanzar un estado de mayor estabilidad.

Los enlaces químicos permiten la formación de moléculas orgánicas e inorgánicas y, por tanto, son parte de la base de la existencia de toda la materia existente, en todas sus variedades.

### > Resultado de aprendizaje:

**RA1:** Utiliza la química en el contexto actual de la Ingeniería aplicando principios básicos y el lenguaje propio de la asignatura para resolver problemas representativos y relevantes.

**RA2:** Aplica procedimientos elementales de laboratorio para la resolución de problemas propios de la ingeniería, a través de la búsqueda y selección de fuentes bibliográficas de la disciplina, aplicando el razonamiento lógico matemático (CE, CG).

### > Desempeños esperados:

1. Diferencia los compuestos iónicos y covalentes sobre la base de sus propiedades físicas.
2. Identifica iones metálicos a partir del ensayo a la llama.
3. Nombra y predice la composición de los compuestos iónicos.

### > Desafío:

En el laboratorio contarán con 3 sustancias sólidas de nombre desconocido

1. Identificar a través de 3 pruebas experimentales, cuál o cuáles de las sustancias disponibles corresponden a sales iónicas.
2. Identificar el catión de la(s) sal(es) iónica(s)

### > Indagación:

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas de los compuestos iónicos y covalentes?
2. Dé un ejemplo de cómo se puede medir una propiedad física característica de los compuestos iónicos y una propiedad física característica de los compuestos covalentes.
3. ¿Permite cada una de las propiedades físicas de los compuestos iónicos diferenciarlos de los covalentes? Explique su respuesta.
4. ¿Cuál es la diferencia entre solvatación y solubilidad? Dé un ejemplo.
5. ¿Cómo se mide la conductividad eléctrica?



6. ¿Por qué se utiliza la prueba de coloración a la llama para reconocer metales?
7. Averiguar la coloración de la llama que presentan los distintos cationes de los compuestos iónicos.

➤ **Planificación:**

➤ **Desafío 1**

1. De las pruebas investigadas en la fase de indagación, elegir tres y diseñar un experimento que permita diferenciar el compuesto iónico.
2. Elaborar una ruta que involucre el procedimiento de trabajo a realizar y que incluya tablas para registrar los resultados y observaciones obtenidas en el laboratorio.
3. Especificar materiales y/o equipos necesarios para la identificación de la sustancia iónica en el laboratorio.

➤ **Desafío 2**

1. Señalar la ruta de trabajo experimental de la prueba de la llama para identificar el o los cationes del o los compuestos iónicos.
2. Especificar materiales y/o equipos necesarios para la identificación del catión.

**IMPORTANTE:**

En esta fase trae notebook para avanzar en el desarrollo de su trabajo.

Para la prueba de conductividad, deberán traer un conductivímetro casero. Se recomienda usar ampollita pequeña tipo led (consideración crucial)

El equipo de trabajo que no traiga este dispositivo, tendrá una sanción en su nota de esta actividad práctica.

➤ [Ver Pauta de Evaluación](#)

➤ **Experimentación:**

Ejecuta los experimentos diseñados en la planificación, completa las tablas para registrar los resultados, toma nota en formato texto, visual (fotografías) o audiovisual de lo que a tu juicio sea relevante para evidenciar las propiedades de los compuestos iónicos.



► **Reporte:**

Junto a tu equipo, conforme a lo indicado por el/la profesor/a, elabora un informe de actividades prácticas o prepara una disertación en la cual se dé cuenta del trabajo realizado para cumplir con los desafíos planteados.

► **¿Qué aprendí?:**

1. ¿Cuál es la ecuación de disociación del compuesto iónico?
2. ¿Por qué los compuestos iónicos en solución acuosa son conductores de la electricidad?
3. ¿Cómo podría diferenciar entre dos compuestos iónicos?

► **Fuentes de información:**

1. Libros de química (autores: Chang, Brown, Hein, Whitten) que se encuentran en la Biblioteca de la Universidad.
2. Material de la plataforma EDUCA.
3. Búsqueda en la web de páginas de universidades.



## ➤➤ Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 2.

### ➤ Propósito:

Esta actividad permite que el estudiantado razone con respecto a la información que maneja sobre los enlaces covalente e iónico: ¿cómo puedo identificar el compuesto iónico? ¿Cómo ocupo la información recopilada? ¿Cómo diseñar la actividad experimental para la identificación del compuesto iónico? Aquí, el/la estudiante debe ser capaz de darse cuenta que comparando las características de ambos enlaces se cuenta con una alternativa de propuesta, o solo conociendo las características del compuesto iónico también puede lograr identificarlo. Por ejemplo, en la Tabla 2.1 se comparan dos características que presentan los enlaces covalentes, que corresponden a la solubilidad en un solvente (polar y apolar) y la conductividad. Considerando solo estas características ya están en condiciones de diseñar una actividad experimental e identificar el compuesto iónico.

Para identificar el catión deben quemar la sal (sólido) en la llama del mechero; a su vez, deben conocer los colores que presentan los metales cuando se someten a calor directo.

**Tabla 2.1**

*Comparación de las características generales que presentan los compuestos iónicos y los covalentes*

Propiedad o características	Compuestos iónicos	Compuestos covalentes
Solubilidad en agua	Alta	Baja (covalente no polar) Alta (covalente polar)
Solubilidad en solventes no polares	Muy baja	Alta (covalente no polar) Muy Baja (covalente polar)
Conductividad eléctrica	Alta fundidos o en solución	Muy baja o no existente.

Fuente: Elaboración propia, 2022

### ➤ Desarrollo de la actividad experimental:

A cada equipo se le asigna un set de tres muestras problemas (contenido desconocido para el/la estudiante), por lo que cada muestra está codificada con un número natural o romano, letras del alfabeto o una combinación de ellos. Una de las muestras debe contener la sal iónica, por ejemplo, NaCl. Las dos muestras restantes pueden ser azúcar y azufre. Frente a cada muestra se dispone de un par de tubos de ensayo o de vasos de precipitados de 50 mL, conteniendo uno un solvente polar y el otro un solvente apolar. Luego, se mide la conductividad a aquellas que se solubilizan en el solvente polar. Finalmente, para identificar el catión del compuesto iónico identificado, una muestra de este se quema a la llama del mechero.



➤ **Consideraciones al momento de la asignación y ejecución de la actividad experimental:**

- Previo a la actividad experimental, el/la docente dispone de una tabla en donde tiene los sets de muestras, debidamente codificadas, que serán asignados a cada equipo de trabajo. Aquí se debe tener la precaución de que en cada set de muestras vaya una sal iónica, tal como se muestra en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2**

*Registro de asignación de muestras problemas para cada equipo de trabajo*

Set	Muestra problema	Código	Nombre o N° del equipo	Nombre integrantes del equipo	Producto a entregar	
					Disertación	Informe
1	NaCl	A-1	Ardillitas o Equipo 1			
	azúcar	A-2				
	azufre	A-3				
2	Almidón	B-1	Los Malveques o Equipo 2			
	KCl	B-2				
	Glucosa	B-3				

Fuente: Elaboración propia, 2022

- Las sales con las que se sugiere trabajar son las de cloruros, por ejemplo: cloruro de sodio, cloruro de potasio, cloruro de magnesio, cloruro de calcio, cloruro de bario, cloruro de cobre (II), cloruro de cobalto (II), etc.
- El/la docente debe asegurarse de que los/las estudiantes midan conductividad eléctrica en el solvente polar y solo a aquellas muestras que presentan solubilidad.
- La identificación del catión por coloración a la llama, se hace a la muestra sólida cuya solución condujo la electricidad.
- Previo a la identificación del catión, el estudiantado debe contar con la información de los colores que diferentes metales confieren a la llama.
- La muestra sólida se quema en la zona reductora de la llama del mechero.

➤ [Link de acceso a la Presentación para el/la profesor/a \(usada en la fase de planificación\).](#)

## ...>> Guía de la Actividad Práctica 3: Fuerzas entre las moléculas.

El agua reúne una serie de características que la convierten en un disolvente único e insustituible en la biosfera. Estas propiedades se deben a las fuerzas de atracción entre sus moléculas, llamadas interacciones moleculares.

Las interacciones moleculares son importantes en diversos campos, tales como el estudio del plegamiento de proteínas, el diseño de fármacos, la ciencia de materiales, el desarrollo de sensores, la nanotecnología, los procesos de separación y la investigación sobre los orígenes de la vida.

### > Resultado de aprendizaje:

**RA2:** Aplica procedimientos elementales de laboratorio para la resolución de problemas propios de la ingeniería, a través de la búsqueda y selección de fuentes bibliográficas de la disciplina, aplicando el razonamiento lógico matemático (CE, CG).

### > Desempeños esperados:

1. Reconoce que el agua es un compuesto polar, aplicando los conceptos de electronegatividad y momento dipolar.
2. Explica las propiedades físicas exhibidas por sustancias comunes, tales como el agua, sobre la base de sus interacciones moleculares.

### > Desafíos:

1. Diseñar una actividad experimental donde se evidencie la polaridad de la molécula de agua.
2. Diseñar una actividad experimental que deje de manifiesto alguno de los comportamientos “anómalos” de la molécula de agua, que la hacen tan especial.

### > Indagación:

1. ¿Qué son las fuerzas intramoleculares?, ¿Cuáles son?
2. ¿Qué son las fuerzas intermoleculares?, ¿Cuáles son?
3. ¿Cuáles son las características físicas del agua? Mencione al menos 5.
4. ¿Cómo se relacionan las fuerzas intermoleculares con las propiedades que presenta la molécula de agua?
5. ¿Por qué el agua es llamada el disolvente universal?
6. Investigar sobre propiedades anómalas de la molécula de agua.





## ► Planificación:

### ► Desafío 1 y 2

1. Una vez elegido el diseño experimental para cada desafío, redactar el procedimiento detallado, indicando cantidades de masa y volumen necesarios para la ejecución de cada actividad en el laboratorio.
2. Para registrar los resultados, elabore tablas de observaciones y/o datos.
3. Especificar materiales (capacidad en el caso del material volumétrico y contenedor) y/o equipos necesarios.

#### **IMPORTANTE:**

En esta fase trae notebook para avanzar en el desarrollo de su trabajo.

► [Ver Pauta de Evaluación](#)

## ► Experimentación:

Cuando estés realizando las actividades experimentales, completa las tablas que diseñaste para registrar los resultados; toma nota y registro fotográfico de lo que a tu juicio sea relevante con respecto a las propiedades de la molécula de agua.

## ► Reporte:

Realiza con tus compañeros un reporte en formato presentación o informe, según corresponda, que contenga todas las explicaciones de los fenómenos observados.

## ► ¿Qué aprendí?:

Responde las siguientes preguntas para saber cuánto has aprendido:

1. ¿Cuáles son las características principales de un compuesto polar?
2. ¿Por qué el agua caliente limpia mejor que el agua fría?

## ► Fuentes de información:

1. Búsqueda en la web de páginas de universidades.
2. Material de la plataforma EDUCA.
3. Libros de química (autores. Chang, Brown, Hein, Whitten) que se encuentran en la Web.

## ...>> Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 3.

### > Propósito:

Esta actividad se basa en la comprensión de diversos conceptos, tales como: propiedad física, fuerzas intermoleculares, fuerzas intramoleculares y geometría molecular. Se espera que los/las estudiantes sean capaces de reconocer una propiedad física y que puedan relacionarla con la estructura molecular y las fuerzas intermoleculares. Después de la fase de indagación y análisis, deben ser capaces de diseñar una actividad experimental que evidencie la existencia de las fuerzas intermoleculares.

### > Desarrollo de la actividad experimental:

Cada equipo deberá explicar cuál es la relación entre la propiedad física y las fuerzas intermoleculares. Deberán retirar el material o instrumentos que sean necesarios, según las propiedades físicas estudiadas.



### Consideraciones al momento de la asignación y ejecución de la actividad experimental:

- El/la docente debe llevar una lista con las propiedades físicas que se trabajarán en el laboratorio (ver Tabla 3.1), de modo que los/las estudiantes puedan relacionarlas con las fuerzas intermoleculares.
- El/la docente debe llevar un registro de las propiedades físicas que trabajará cada equipo. Se recomienda asignar dos propiedades por equipo.
- Las propiedades físicas, idealmente, no pueden repetirse entre los equipos de un mismo laboratorio; pero, de ocurrir, el ejemplo de actividad experimental debe ser distinto.



**Tabla 3.2**

*Ejemplos de actividades experimentales para algunas propiedades físicas*

PROPIEDAD FÍSICA	EJEMPLOS
<ul style="list-style-type: none"><li>Densidad del agua.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Relación masa/volumen, Densímetro</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Punto de ebullición</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Calentar hasta ebullición y medir temperatura</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Tensión superficial</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Monedas en un vaso vinero (evidenciar resistencia de la tensión superficial)</li><li>Escarcha (brillantina) sobre el agua que se va al fondo al romper la tensión superficial</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Viscosidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Desplazamiento de una esfera por un fluido líquido (aceite)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad calorífica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Exponer a la llama un globo con agua.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Anomalía térmica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Comparar el tiempo de congelación del agua caliente con el agua fría.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Solubilidad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Disolver diferentes tipos de solutos en agua (iónicos, polares).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Polaridad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Desviación del chorro de agua con un objeto cargado.</li><li>Comparar miscibilidad de solventes de distintas polaridades con el agua</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Anomalía sólido-líquido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Expansión del agua al congelarse</li></ul>

Fuente: Elaboración propia, 2022

➤ [Link de acceso a la Presentación para el profesor \(usada en la fase de planificación\).](#)

## ...>> Guía de la Actividad Práctica 4: “Nada se pierde todo se transforma”.

En toda transformación química, se cumple la Ley de Conservación de la Materia planteada por Lavoisier en 1785: “La masa total de todas las sustancias involucradas en una reacción química, tiene el mismo valor antes y después de la reacción”. Es decir, la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

Cuando ocurre una reacción química, los productos presentan diferentes características con respecto a los reactivos; la estructura molecular varía, de tal modo que existen cambios de color, olor, densidad, desprendimiento de gases, formación de un precipitado, etc. Ocurre una reacción química cuando se forman y rompen los enlaces químicos, ocasionando un cambio profundo en las características estructurales de la materia.

Una ecuación química es la representación de una reacción química. Se escribe la fórmula de los reactivos a la izquierda y la de los productos a la derecha. Entre reactivos y productos una flecha indica la dirección del proceso. Una ecuación química se iguala mediante coeficientes estequiométricos, de modo que cumpla con la ley de conservación de la materia de Lavoisier.

### > Resultado de aprendizaje:

**RA2:** Aplica procedimientos elementales de laboratorio para la resolución de problemas propios de la ingeniería, a través de la búsqueda y selección de fuentes bibliográficas de la disciplina, aplicando el razonamiento lógico matemático (CE, CG).

### > Desempeños esperados:

1. Verificar cuantitativamente el porcentaje de rendimiento de una reacción química mediante el diseño de experimentos sencillos (con reactivos y materiales asequibles).

### > Desafío:

1. Determinar experimentalmente el rendimiento de la siguiente reacción:



### > Fase de indagación:

1. Investiga algunos conceptos que te serán útiles en tu trabajo:
  - Reactivo limitante.
  - Reactivo excedente.
  - Porcentaje de rendimiento (o rendimiento porcentual).



- 2. Averigua cómo se determina la masa de un cierto volumen de gas.
- 3. Averigua cómo se determina la presión de un gas obtenido en laboratorio.
- 4. Busca una tabla de valores de presión de vapor del agua a diferentes temperaturas.

#### Planificación:

1. Describe el procedimiento para determinar el volumen de H<sub>2</sub> (rendimiento real) generado experimentalmente. (Recuerda que debes calcular el rendimiento teórico, por lo que debes determinar la masa de la granalla de zinc)
2. Elabora una tabla por cada desafío para registrar los resultados del práctico.
3. Realiza un diagrama de flujo con las distintas etapas que seguiste en tu experimento.

#### IMPORTANTE:

En esta fase trae notebook para avanzar en el desarrollo de su trabajo.

➤ [Ver Pauta de Evaluación](#)

#### ➤ Experimentación:

1. Realiza tu actividad práctica siguiendo el diagrama de flujo de las etapas experimentales.
2. Recoge las evidencias necesarias (fotografías o videos) para reportar tu actividad práctica en presentación o informe, según corresponda a tu equipo.

#### ➤ Reporte:

Realiza con tus compañeros un reporte en formato presentación o informe, según corresponda, que contenga todas las explicaciones necesarias de los fenómenos observados.



#### ¿Qué aprendí?:

1. Con los datos recogidos en el laboratorio, calcula el rendimiento real (experimental) y el % de rendimiento de tu reacción.
2. Plantea una conclusión a partir de los resultados del desafío e inclúyela en tu reporte.



#### Fuentes de información:

1. Búsqueda en la web de páginas de universidades.
2. Libros de química (autores. Chang, Brown, Hein, Whitten) que se encuentran en la Biblioteca de la Universidad.



## ➤➤ Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 4.

### ➤ Propósito.

Que los/las estudiantes manejen la estequiometría de la reacción para realizar cálculos de rendimiento teórico y porcentaje de rendimiento. Por lo tanto, deben conocer la ley de conservación y saber balancear una ecuación química.

### ➤ Desarrollo de la actividad experimental:

Cada equipo trabaja con distintas concentraciones de HCl, para verificar que el porcentaje de rendimiento es independiente de las cantidades iniciales de reactivos. El rendimiento real de  $H_2$  se calculará a partir del volumen que se obtiene al recogerlo en una probeta con agua en posición invertida.

### ➤ Consideraciones para determinar la masa de $H_2$ (Rendimiento real):

- Medir la Temperatura del agua.
- Buscar en tablas la Presión de vapor del agua a la temperatura registrada.
- Medir la presión atmosférica. Se recomienda que lo hagan desde sus teléfonos móviles con alguna aplicación de barómetro.
- Determinar la presión del gas a partir de la presión de vapor del agua y de la presión atmosférica.
- Usar la ecuación de estado para despejar el número de moles del gas. Estos moles se pasan a gramos y se obtiene el rendimiento real.
- Finalmente, se debe dividir el rendimiento real en el teórico y multiplicarlo por 100 para determinar el % de rendimiento de la reacción.

### ➤ Consideraciones al momento de la asignación y ejecución de la actividad experimental:

- Se recomienda trabajar con concentraciones molares superior a 4M de HCl, por el tiempo que involucra la reacción con el zinc.
- Cada equipo debe partir con una masa de zinc distinta. El HCl debe ser el reactivo en exceso.
- Antes de invertir la probeta en el recipiente con agua, esta debe estar llena hasta el borde, para evitar que se formen burbujas de aire en el interior. Además, se sugiere colocar un papel en el borde al momento de invertir para que no haya pérdida de agua.

### ➤ [Link de acceso a la Presentación para el/la profesor/a \(usada en la fase de planificación\).](#)



## ...>> Guía de la Actividad Práctica 5: La mezcla perfecta.

Las disoluciones desempeñan un papel fundamental en la vida humana, ya que muchas de las formas de materia que nos rodean son disoluciones. Por ejemplo: el agua potable es una disolución muy diluida de sustancias químicas inofensivas; el vinagre es una disolución de ácido acético en agua; una bebida carbonatada contiene el gas  $\text{CO}_2$  disuelto en agua; el aire es una mezcla homogénea de gases. En consecuencia, todos nosotros interactuamos con disoluciones en nuestra vida diaria; no solo están presentes en laboratorios químicos y en la industria.

Una disolución se define como una mezcla homogénea de composición química variable, en donde sus componentes (soluteo y solvente) se encuentran en diferentes estados de agregación (líquido, sólido o gaseoso). El soluto se encuentra en menor proporción que el solvente. Es importante señalar que en el proceso de formación de una disolución **NO HAY REACCIÓN QUÍMICA**.

La concentración de una solución se define como la cantidad de soluto disuelto en una determinada cantidad de solvente o de solución. Esta depende de las proporciones de los componentes utilizados en la preparación. A su vez, la concentración constituye una de las principales características que determinan propiedades como color, sabor, densidad, punto de fusión y ebullición.

### > Resultado de aprendizaje:

**RA1:** Utiliza la química en el contexto actual de la Ingeniería aplicando principios básicos y el lenguaje propio de la asignatura para resolver problemas representativos y relevantes.

**RA2:** Aplica procedimientos elementales de laboratorio para la resolución de problemas propios de la ingeniería, a través de la búsqueda y selección de fuentes bibliográficas de la disciplina, aplicando el razonamiento lógico matemático (CE, CG).

### > Desempeños esperados:

1. Prepara experimentalmente una solución, midiendo con precisión las cantidades de soluto y solvente.
2. Determina cuantitativamente la concentración de la solución.
3. Usa correctamente los materiales e instrumentos de laboratorio.

### > Desafíos:

1. Preparar una disolución de limpieza o desinfección en la concentración (molar o molal) indicada por el/la profesor/a.
2. Determinar la concentración de la disolución de limpieza preparada en el desafío 1, en las unidades de molaridad y molalidad.

**› Indagación:**

1. Averigua los tipos de disoluciones químicas que se utilizan para la limpieza y desinfección en la industria alimenticia.
2. Averigua en qué unidades de concentración se preparan las disoluciones de limpieza y desinfección.
3. Encuentra las relaciones de conversión entre las diferentes unidades de concentración, físicas y químicas.
4. Investiga algunos conceptos que te serán útiles en tu trabajo:
  - Aforar.
  - Homogeneizar.
  - Rotular.
  - Diluir.
5. Investiga sobre los siguientes procedimientos para preparar disoluciones:
  - A partir de un soluto sólido.
  - A partir de un soluto líquido.
  - Por dilución.
6. Averigua las precauciones que se deben tener al preparar una disolución a partir de un ácido concentrado.

**› Planificación:****› Desafío 1**

- Indica el procedimiento, paso por paso, para preparar la disolución de limpieza o de desinfección, detallando los volúmenes o masas y el nombre de los reactivos requeridos. Incluya nombre y capacidad de los materiales necesarios.

**› Desafío 2**

- Diseña una tabla con los datos de masa molecular, masa (g), volumen y densidad del soluto, solvente y solución. Si es necesario determinar alguna de estas propiedades físicas de manera experimental, detalla el procedimiento paso a paso para ello.
- Explica cómo calculaste la concentración molar y la concentración molal de la solución que se pidió preparar en el Desafío 1.

Nota: No olvides colocar título y N° a la tabla, y una descripción breve de la misma.





### IMPORTANTE:

En esta fase trae notebook para avanzar en el desarrollo de su trabajo.

> [Ver Pauta de Evaluación](#)

#### > Experimentación:

1. Realiza las actividades siguiendo el procedimiento diseñado en la planificación.
2. Recoge las evidencias necesarias (fotografías o videos) para reportar tu actividad práctica en presentación o informe, según corresponda a tu equipo.

#### > Reporte:

Realiza con tus compañeros un reporte en formato video o informe según corresponda, que contenga todas las explicaciones necesarias de los fenómenos observados.

#### > ¿Qué aprendí?:

1. Diferencia entre solución y dilución.
2. ¿Cuáles son las características generales de una disolución?
3. ¿Existen otras disoluciones que no sean acuosas?, ¿En qué estados de agregación pueden estar el soluto, el solvente y la disolución? Mencione ejemplos

#### > Fuentes de información:

1. Búsqueda en la web de páginas de universidades.
2. Libros de química (autores. Chang, Brown, Hein, Whitten) que se encuentran en la Biblioteca de la Universidad.

## ➤➤ Orientaciones para llevar a cabo la Actividad Práctica 5.

### ➤ Propósito:

Que los/las estudiantes preparen experimentalmente una solución, midiendo con precisión las cantidades de soluto y solvente para poder determinar cuantitativamente la concentración de la solución en molaridad y molalidad.



### Desarrollo de la actividad experimental:

Cada equipo prepara una solución con diferente soluto sólido o líquido, según lo especificado en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1**

*Registro de asignación de desafíos para cada equipo de trabajo*

GRUPO	INTEGRANTES	SOLUTO	
1		SÓLIDO	CH <sub>3</sub> COONa
2		LÍQUIDO	HCl
3		LÍQUIDO	HNO <sub>3</sub>
4		SÓLIDO	KOH
5		SÓLIDO	NaHCO <sub>3</sub>
6		LÍQUIDO	CH <sub>3</sub> COOH
7		SÓLIDO	NH <sub>4</sub> Cl

Fuente: Elaboración propia, 2022

- [Link de acceso a la Presentación para el profesor \(usada en la fase de planificación\).](#)

## »» ALGUNAS REFLEXIONES DESDE LA EXPERIENCIA ACUMULADA

El foco de nuestra acción ha sido y será siempre lograr el aprendizaje del estudiantado en el área de la química. En este contexto, una de las estrategias que ha mostrado amplios beneficios ha sido la indagación guiada. Nuestra experiencia corrobora estos resultados, que no sólo tienen que ver con la nota, sino también con otras habilidades como las competencias genéricas, tan importantes y tan solicitadas por el mundo laboral. Y con ello, nos referimos a la capacidad de comunicarse de manera escrita, oral y multimodal, o a la capacidad de trabajar de manera colaborativa. Y, más aún, esta metodología es bien valorada por el propio estudiantado, quien aprecia el valor formativo de las actividades de laboratorio, señala que constituyen oportunidades efectivas de aprendizaje y, también, lo que es más valioso, destaca que le desafía e impulsa a seguir aprendiendo.

Varios son los factores que explican estos beneficios. Entre ellos, y principalmente, su éxito radica en que en la indagación guiada el estudiantado debe construir el aprendizaje a través de la interacción entre la información previa que posee y la información nueva que recibe, de manera de interpretar la nueva información y no solo recibirla. Por lo tanto, cada estudiante debe construir su propio conocimiento, no debe quedarse sólo con lo que ya ha sido elaborado por otros.

Otra razón de su beneficio se encuentra en que, al ser aplicada desde una perspectiva en la que se acompaña y se supervisa al estudiantado, permite que este se sienta motivado y aproveche sus horas autónomas. En este sentido, la metodología de indagación guiada permite dar al estudiantado indicaciones claras sobre qué, cuándo y cómo hacer las actividades en las horas autónomas.

No obstante, es importante recordar que para todo proceso de aprendizaje, independiente de la metodología aplicada, los resultados dependen en gran medida de la disposición y la actitud de cada estudiante; esto es, de su voluntad, que se manifiesta en la asistencia a clases, en la participación



en clases y, especialmente, en el aprovechamiento de las horas autónomas. Los/las estudiantes que asumen el compromiso con su proceso aprendizaje, aceptando un rol protagónico, no tienen inconvenientes en hacer propia la metodología propuesta por indagación guiada y, en consecuencia, tienen altas probabilidades de alcanzar los resultados de aprendizaje esperados.

Nos queda pendiente a futuro seguir tomando medidas que ayuden a dar retroalimentación oportuna, pues es en este aspecto en el que se concentran más dificultades.



## »» REFERENCIAS

- Andrews, J. L., de Los Ríos, J. P., Rayaluru, M., Lee, S., Mai, L., Schusser, A., & Mak, C. H. (2020). Experimenting with At-Home General Chemistry Laboratories During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1887-1894. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00483>
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). *Teaching for quality learning at university* (Society for research into higher education). <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2007.09.003>
- Concha-Fritz, A., Schiappacasse, L., Turra Chico, H., & Villanueva, M. T. (2019). Química en Contexto para estudiantes de ingeniería en la UCT: Transformación de una villana en princesa. *Education in the Knowledge Society* (EKS), 20, 16. [https://doi.org/10.14201/eks2019\\_20\\_a4](https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a4)
- Concha-Fritz, A., Schiappacasse, L., Turra-Chico, H., Villanueva, M. T., & Moncada-Herrera, J. (2020). Indagación Guiada y la competencia comunicativa oral. *Educación Química*, 31(3), 103-118. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.72769>
- De Miguel, M. (2006). Metodologías para optimizar el aprendizaje. Segundo objetivo del Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 71-91. <https://www.redalyc.org/pdf/274/27411311004.pdf>
- Faulconer, E. K., & Gruss, A. B. (2018). A review to weigh the pros and cons of online, remote, and distance science laboratory experiences. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i2.3386>
- Flores, J., Caballero, M., & Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140383004.pdf>
- García, A., Jiménez, J., Colón, E., y Martínez, M. (2010). *Manual de prácticas de laboratorio de química general II*. Universidad APEC. [https://estudiantil.unapec.edu.do/media/1184/manual\\_lab\\_quimica\\_ii.pdf](https://estudiantil.unapec.edu.do/media/1184/manual_lab_quimica_ii.pdf)

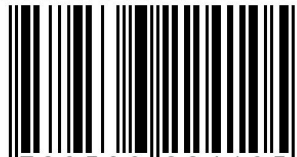
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The Laboratory in Science Education: The State of the Art. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(2), 105-107. <https://doi.org/10.1039/B7RP90003A>
- Kuhlthau, C., Maniotes, L., & Caspari, A. (2015). *Guided inquiry: Learning in the 21st century*. ABC-CLIO, LLC.
- Lowery-Bretz, S. (2019). Evidence for the Importance of Laboratory Courses. *J. Chem. Educ.*, 96, 193-195. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00874>
- Macedo, B. (6-10 de febrero de 2006). *Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible*. [Conferenciadictada en el IV Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias]. IPLAC-UNESCO. La Habana, Cuba. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000162181>
- Montes de Oca, N., & Machado, E. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades Médicas*, 11(3), 475-488. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-81202011000300005&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-81202011000300005&script=sci_arttext)
- Oliveira, A. (2009). "Kindergarten, can I have your eyes and ears?" politeness and teacher directive choices in inquiry-based science classrooms, *Cultural studies of Science Education*, 4, 803-846. <https://doi.org/10.1007/s11422-009-9193-6>
- Radzikowski, J. L., Delmas, L. C., Spivey, A. C., Youssef, J., & Kneebone, R. (2021). The Chemical Kitchen: Toward Remote Delivery of an Interdisciplinary Practical Course. *Journal of Chemical Education*, 98(3), 710-713. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c01047>
- Reid, N., & Shah, I. (2007). The Role of Laboratory Work in University Chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(2), 172-185. <https://doi.org/10.1039/B5RP90026C>
- Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 415-421. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30129-5](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30129-5)
- Santos, Y., & Hernández, P. (2005). La formación en Ciencias como herramienta de competitividad en el desarrollo tecnológico. *Revista Universidad de La Salle*, 39, 15-21. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1340&context=ruls>
- Walker, J. P., Sampson, V., & Zimmerman, C. O. (2011). Argument Driven Inquiry: An Introduction to a New Instructional Model for Use in Undergraduate Chemistry Labs. *J. Chem. Educ.*, 88(8), 1048-1056. <https://doi.org/10.1021/ed100622h>



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
TEMUCO

CENTRO DE DESARROLLO  
E INNOVACIÓN DE LA DOCENCIA  
DIRECCIÓN GENERAL DE DOCENCIA  
VICERRECTORÍA ACADÉMICA

ISBN: 978-956-6224-10-5



9 789566 224105