



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE QUÍMICA GENERAL II PARA EL
APRENDIZAJE TOMANDO COMO EJE ALGUNOS EJEMPLOS DE FENÓMENOS
RELACIONADOS CON FARMACOCINÉTICA.”**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA

PRESENTA:

VANIA ALEJANDRA SÁNCHEZ ROA



ASESOR DE TESIS:

REYES CÁRDENAS FLOR DE MARÍA

SUPERVISOR TÉCNICO:

LECHUGA URIBE PATRICIA ALEJANDRINA

Ciudad Universitaria, CD. MX. , 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: NIETO CALLEJA ELIZABETH
VOCAL: Profesor: REYES CÁRDENAS FLOR DE MARÍA
SECRETARIO: Profesor: GONZÁLEZ OLGUIN FABIOLA
1er. SUPLENTE: Profesor: OVALLE MAGALLANES BERENICE
2° SUPLENTE: Profesor: LECHUGA URIBE PATRICIA ALEJANDRINA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE QUIMICA, UNAM.

ASESOR DE TESIS:

REYES CÁRDENAS FLOR DE MARÍA

SUPERVISOR TÉCNICO:

LECHUGA URIBE PATRICIA ALEJANDRINA

SUSTENTANTE:

VANIA ALEJANDRA SÁNCHEZ ROA

Índice

Agradecimientos	6
Resumen	7
Abstract	10
Introducción	12
1. Marco Teórico	17
1.1 Marco disciplinar.....	17
1.2 Marco didáctico: Problemas de enseñanza de la química en contexto	23
a) Las concepciones alternativas	23
b) El manejo de cálculos, operaciones y problemas algebraicos.....	26
c) Manejo de unidades de medida y factores unitarios.....	29
d) Nivel de abstracción e interrelación de los contenidos de Química.	31
1.3 Opciones para la mejora educativa.....	32
2. Metodología	45
2.1 Participantes y contexto de investigación.	45
2.2 Criterios de diseño de las unidades integrativas	46
2.3 Unidades integrativas (UII): UII 1. Disoluciones y UII 2. Equilibrio Químico.	49
2.3.1 Instrumentos de evaluación (IE).....	62
3. Resultados y análisis.	68
3.1. UII 1: Disoluciones y diluciones	68
3.2. UII 2. Equilibrio químico ácido base.....	88
4. Conclusiones	100
Referencias de consulta	104
Anexo 1: Relación de contenidos del temario de QGII con asignaturas posteriores del plan de estudios de QFB.....	114
Anexo 2: Relación de contenidos del temario de QGII y temas de farmacocinética.....	120
Anexo 3: Instrumentos de evaluación de las unidades de instrucción integrativas	123

Índice de tablas

Tabla 1 Formas de expresar la concentración.....	18
Tabla 2 Concepciones alternativas reportadas para el tema de disolución y diluciones.	25
Tabla 3 Concepciones alternativas reportadas para el tema de equilibrio químico y equilibrio ácido base.	26
Tabla 4 Análisis y relación de contenidos.....	48
Tabla 5 Análisis y relación contenido disciplinar y farmacocinética	49
Tabla 6 Secuencia de enseñanza para la asignatura QGI y su relación con los contenido abordados en las unidades integrativas.	51
Tabla 7 UII 1. Disoluciones y diluciones.....	64
Tabla 8 Instrumentos de evaluación UII 2. Equilibrio químico ácido base	66
Tabla 9 Contenido de la UII 1. Disoluciones y diluciones.	68
Tabla 10 Ideas centrales que engloban las respuestas de los estudiantes para los temas de disolución.....	72
Tabla 11 Ideas centrales que engloban las respuestas de los estudiantes para la definición de farmacocinética.....	73
Tabla 12 Ideas centrales que engloban las respuestas de los estudiantes para la definición de farmacocinética.....	75
Tabla 13 Respuesta numérica y con unidades.....	78
Tabla 14 Tylenon	79
Tabla 15 Respuestas numéricas y con unidades al ejercicio 1 del IE.UII 1.S3.....	80
Tabla 16 Respuestas numéricas y con unidades al ejercicio 1 del IE.UII 1.S4.....	81
Tabla 17 Razón de dilución.....	82
Tabla 18 Resultados de los instrumentos de evaluación.....	87
Tabla 19 Contenido de la UII 1. Disoluciones y diluciones.	88
Tabla 20 Resultados segunda evaluación.....	92
Tabla 21 Clasificación y cuantificación de los problemas identificados.	92
Tabla 22 Resumen de la Unidad de Instrucción Integrativa 2.....	93
Tabla 23 Resultados del cuestionario de opinión sobre el uso de materiales en contexto.....	95
Tabla 24 Preguntas relacionadas con su percepción y valoración acerca del curso.....	96
Tabla 25 Preguntas que abordan el desempeño del estudiante.....	97
Tabla 26 Preguntas que se enfocan en la importancia de la química en la sociedad y en su formación.....	98
Tabla 27 Relación de contenidos de QGII y plan de estudios de QFB.	119

Índice de figuras

Figura 1 Representación a nivel macroscópico y nanoscópico ¹ de una disolución.....	17
Figura 2 Adecuación del ciclo de aprendizaje 5E. (Vania Sánchez adaptación propia).....	38
Figura 3 Modelo de evaluación (Flor de María Reyes Cárdenas).....	44
Figura 4 Sesión 1 de la UII. Disoluciones y diluciones	53
Figura 5 Sesión 2 de la UII. Disoluciones y diluciones	54
Figura 6 Sesión 3 de la UII. Disoluciones y diluciones.	55
Figura 7 Sesión 4 de la UII. Disoluciones y diluciones.	56
Figura 8 Sesión 5 de la UII. Disoluciones y diluciones	56
Figura 9 Sesión 6 de la UII. Equilibrio químico ácido base.....	57
Figura 10 Sesión 7 de la UII. Equilibrio químico ácido base	58
Figura 11 Sesión 8 de la UII. Equilibrio químico ácido base	59
Figura 12 Sesión 9 de la UII. Equilibrio químico ácido base.....	60
Figura 13 Ejemplo de problema de conversión de unidades A57.....	83
Figura 14 Ejemplo 1 del problema de discernimiento de datos A58.	84
Figura 15 Ejemplo 2 del problema de discernimiento de datos A48	85
Figura 16 Ejercicio modelo revisado en la sesión 7.....	89
Figura 17 Pregunta y tabla de apoyo empleados en el IE.UII 2. S8.....	91
Figura 18 Captura de pantalla del plan de estudios de QFB.	114
Figura 19 Captura del programa de estudios de QGII.	115
Figura 20 Captura programa de estudios asignatura de semestre posterior.	116
Figura 21. Selección temática	117
Figura 22 Extracto programa de estudios.....	117

Agradecimientos

A Dios: por absolutamente todo, cada circunstancia ha sido necesaria para ser y estar aquí y ahora. Gracias por lo que tuve, por lo que tengo y por lo que está por venir.

A mis padres, hermanas y abuelos: por ofrecerme el amor más inmenso y el apoyo más puro y sincero que puede existir, que nada espera y que todo ofrece.

A mi Ángel: por su paciencia, ternura, amor y apoyo. Pero sobre todo por llenar de alegría mi vida día tras día e inspirar calma y paz en mi corazón.

A mis tutoras; por su cariño, consejos y conocimientos. Mujeres entregadas a la ciencia y educación, quienes me han inspirado en demasía.

Simple, profunda y repetidamente *gracias*.

Resumen

La Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, ha diseñado el plan de estudios de la carrera de Química Farmacéutico Biológica que se conforma por asignaturas clasificadas en: básicas comunes, fundamentales de la profesión, optativas disciplinarias, estancia estudiantil y socio humanísticas optativas. A su vez las asignaturas optativas disciplinarias se encuentran agrupadas en tres paquetes terminales: Fármacos y Medicamentos, Bioquímica-Microbiológica y Atención Farmacéutica. Este modelo asegura la cobertura y profundidad de estudio necesaria en todos los temas y un adecuado avance escolar. Sin embargo, podría generar una compartimentación de conocimientos entre materias del plan de estudios ya que, al estar segmentado, podría ser que los estudiantes no vinculen los conocimientos de una asignatura con otra.

Se plantea en este proyecto una alternativa para atender esta situación, mediante la generación e implementación de materiales educativos conformados en “Unidades de instrucción integrativas” que permitan y motiven al estudiante a reforzar y desarrollar el conocimiento y pensamiento necesario para fomentar su capacidad de resolución e integración de contenidos. Teniendo como objetivo principal el analizar y documentar la comprensión de conocimientos por parte de los estudiantes acerca de los temas de disolución, dilución y equilibrio químico ácido base, que forman parte del contenido temático de la asignatura Química General II y su aplicación en ejemplos específicos relacionados con la farmacocinética.

Así mismo se busca atender la desmotivación y desinterés de los alumnos hacia el aprendizaje de las disciplinas científicas como la Química, que pueden tener como principal causa la enseñanza de una ciencia descontextualizada de la sociedad y de su entorno, que orienta la percepción de los estudiantes de la ciencia hacia la falta de utilidad y carente de relevancia en los temas de actualidad. Partiendo de la hipótesis de que si a los alumnos se les presentan ejemplos relacionados con temas de Química General II y de asignaturas posteriores de Química Farmacéutico Biológica, comprenderán mejor los temas y podrán vincularlos, lo que impactará en un reconocimiento de la importancia de la asignatura.

Este trabajo de investigación se inició con una revisión del plan de estudios de Química Farmacéutico Biológica y la relación de contenidos que existe entre las materias de semestres avanzados con la materia de Química General II, a partir de este análisis, se seleccionó el tema de farmacocinética debido a las múltiples materias donde se aplica y porque, al ser Química General II una materia de tronco común, se requería de un tema de interés general. Posteriormente se diseñaron e implementaron, en un grupo de teoría con 70 estudiantes, las unidades integrativas (contenidos, presentaciones y evaluaciones presenciales y en línea en la plataforma Google Forms) que toman como eje problematizador ejemplos específicos (fármacos y medicamentos) de farmacocinética para abordar los temas: disolución, dilución, expresiones de la concentración y equilibrio químico en específico el equilibrio ácido base.

Posterior a la implementación de los instrumentos de evaluación de corte cualitativo, se recabaron y analizaron las ideas, respuestas y comentarios de los estudiantes a las diversas actividades, obteniendo como principales resultados:

- Los estudiantes presentan un dominio adecuado de los conceptos asociados al tema de preparación de disoluciones a partir de un soluto ya que las respuestas de los estudiantes son congruentes con lo que indica la teoría y lo presentado en clase.
- En relación con los conceptos que hacen alusión a la farmacocinética (fármaco, medicamento y farmacocinética) una gran parte de los alumnos tienen un nivel de comprensión adecuado (70%), considerando que es su primer acercamiento a estos temas. Así mismo son capaces de asociar los diversos procesos farmacocinéticos con los temas de Química General II.
- Referente a los materiales en contexto orientados al tema de ácido base, solamente un 63% de los alumnos lograron responder de manera correcta los ejercicios de aplicación, siendo el principal inconveniente los distintos términos empleados para Química General II y farmacocinética, ionización y disociación, respectivamente. Ya que si bien para los ejemplos revisados en clase los términos son equivalentes, los estudiantes están más relacionados con el segundo.
- Con respecto a la opinión de los estudiantes sobre las unidades integrativas implementadas, un 90% considera muy útiles o útiles estos ejercicios para su

formación y hacen referencia a la motivación, beneficio y perspectiva que estos les brindan. Por otro lado, un 10% de los alumnos opina que estos ejercicios específicos para farmacocinética les son indiferentes o les parecen inútiles o muy inútiles, siendo la principal razón el desinterés en el área de farmacología, pero mostrando un deseo por la inclusión de ejercicios integrativos relacionados a otras licenciaturas.

Finalmente es importante mencionar que los estudiantes presentaron una mejora en la capacidad de resolución e integración de los conocimientos con el paso del tiempo y de la implementación de materiales.

Abstract

The Faculty of Chemistry of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) has a curriculum for the Biological Pharmaceutical Chemistry degree with 4 areas: common basics, fundamentals of the profession, disciplinary electives, and socio humanistic. The disciplinary electives are grouped into three terminal packages: Drugs and Medications, Biochemistry-Microbiology, and Pharmaceutical Care.

Necessary coverage and depth are ensured by the subjects. However, this division could generate an excessive compartmentalization of knowledge between the subjects of the study plan. This could result in students decoupling knowledge from one subject to another. In this research an alternative is proposed to address this possibility.

The main goal is to analyze and document the levels of knowledge of the students on (a) the topics of general chemistry 2 of dissolution, dilution, and acid-based chemical equilibrium; and (b) its application in specific examples related to pharmacokinetics. Therefore, didactic materials have been designed to develop knowledge, promote thinking skills, and reinforce the ability to resolve and integrate content. We propose, as a research hypothesis, that if students are presented with General Chemistry II topics related to specific examples of pharmacokinetics, they will better understand them and be able to relate them.

A cross-review of the Biological Pharmaceutical Chemistry curriculum and the content of General Chemistry II was performed. The pharmacokinetics subject was selected due to the multiple topics found shared with General Chemistry II and because there are many specific examples (drugs and medications) of interest to the students to address the topics dissolution and chemical equilibrium.

After implementing the didactical material, the ideas, answers, and comments of the students were collected and analyzed, obtaining as main results:

- The students have appropriate learning of the concepts associated with the preparation of solutions from a solute, since the answers are consistent with what is indicated by the theory and what is presented in class.

- In relation to the concepts of pharmacokinetics (drug, medicine, and pharmacokinetics) the majority (70%) of the students have a suitable level of understanding and can associate them with the General Chemistry II topic.
- In the context materials oriented to the acid-base theme, only 63% of the students managed to answer the applied exercises correctly. The main problem was that in General Chemistry the concept of "dissociation" is applied and in pharmacokinetics of "ionization" is used; although they are homologous, the students are more related to dissociation.
- In the context materials oriented to the acid-base theme, only 63% of the students managed to answer the application exercises correctly. The main problem was that in General Chemistry II the concept of "dissociation" is applied and in pharmacokinetics that of "ionization", since although they are homologous, the students are more related to dissociation.
- The resolution capacity and knowledge integration of the students improved with the implementation of the materials, and they managed to recognize the importance of the subject.

Introducción

La Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, ha diseñado el plan de estudios de la carrera de Química Farmacéutico Biológica (QFB) que aborda la cobertura y profundidad de estudio necesaria en todos los temas y un adecuado avance escolar. Sin embargo, se podría generar una compartimentación de conocimientos entre asignaturas del plan de estudios ya que, al estar segmentado, podría ser que los estudiantes no vinculen los conocimientos de una asignatura con otra. (Facultad de Química, 2022a)

En correspondencia Vicente Talanquer (2013a) y con Corcoran (2009) mencionan que en varias ocasiones el contenido y la secuencia de los currículos de química se establecen con base en el conocimiento y la experiencia de expertos en la disciplina, quienes tienden a hacer propuestas que responden a la lógica que tienen sobre la articulación de contenidos de la asignatura a enseñar. Sin embargo, estos autores apuntan que esta forma de estructurar la enseñanza presta poca atención a los resultados de la investigación educativa sobre cómo aprenden los alumnos. Los cuales sugieren que hay conceptos que los estudiantes comprenden más fácilmente que otros y, que esta secuencia cognitiva, no es necesariamente la misma que la sugerida por la lógica disciplinar.

En la enseñanza universitaria se produce un exceso de compartimentación para los aprendizajes esperados. Muchos de los conocimientos adquiridos dentro de una asignatura no se aplican más allá del semestre académico en el que se imparte, lo que genera una problemática de falta de integración de los distintos conocimientos por parte del alumno, así como de los profesores (Rodamilans *et al.*, 2010).

De acuerdo con diversos autores (Vicente Talanquer, 2013b; Jorge González, 2019 y Daniel González, 2020) los estudiantes no recuerdan los conocimientos previos que debieron haber revisado en asignaturas o cursos previos y para explicar su tema (compartimentado) los profesores de la nueva asignatura se

ven en la necesidad de volver a explicar. Sólo que lo hacen, una vez más, en su propio contexto con lo que se genera el mismo problema para las asignaturas posteriores.

Talanquer (2013b) apunta a que el problema puede tener origen en que los maestros en general tienden a pensar en el contenido de los cursos de química introductoria como una colección de temas bien establecidos. Los ejemplos incluyen estructura atómica, periodicidad, enlace químico y estequiometría. La medida en que los educadores reconocen los temas subyacentes o las conexiones de origen entre estos temas depende en gran medida de su propia comprensión del tema y su experiencia trabajando en el aula de química. Sin embargo, en general, incluso aquellos instructores con el fondo del contenido o la experiencia docente más fuerte, rara vez van más allá de describir el conocimiento de la química.

En este proyecto se busca reforzar y desarrollar el conocimiento y pensamiento necesario, para iniciar a los alumnos en la capacidad de resolución e integración de contenidos con respecto a algunos temas de Química General II (QGII) de la Facultad de Química de la UNAM (Facultad de Química 2022b), que son fundamentales para entender de manera general lo que ocurre con los fármacos en su viaje por el organismo: disoluciones, diluciones, expresión de concentraciones y equilibrio químico.

Considerando que en la formación de un químico farmacéutico biólogo, el comprender los aspectos de disolución y equilibrio químico, permite construir los conocimientos que serán la base de asignaturas posteriores; y que de igual forma, la farmacocinética es uno de los principales temas que se abordan en la carrera, teniendo relación con diversas asignaturas como Fisiología (0164), Farmacología (1408), Bioquímica (1508), Biofarmacia (1706), Análisis de medicamentos (1705), Bioquímica Clínica (1807), entre otras (Facultad de química, 2022a), en este trabajo se pretende trabajar estos temas de manera conjunta.

Por lo tanto, el desarrollo y mejora de la habilidad de integración de contenidos puede ser modificada si se acerca al alumno a este tipo de actividades,

al acompañarse de la retroalimentación de su desempeño desde sus primeros semestres.

Con el fin de elaborar una experiencia educativa que favorezca el aprendizaje del alumno, dentro del ciclo de aprendizaje se deben considerar diversos momentos, en los que el alumno de cuenta de su conocimiento adquirido y de su capacidad de resolución e integración, información que es relevante para el mismo y para el docente. Razón por la cual se recurrirá a diversos tipos de evaluación, entendiendo que la evaluación, de acuerdo con Miller, *et al.* (2012): “*es un término genérico que incluye un rango de procedimientos para adquirir información sobre el aprendizaje del estudiante y la formación de juicios de valor respecto a dicho proceso...*” que debe cumplir con algunos principios generales:

1. Es determinante especificar claramente lo que se va a evaluar.
2. La evaluación es un medio para un fin, no un fin en sí mismo.
3. Los métodos de evaluación deben elegirse con base en su relevancia, tomando en cuenta los atributos que se van a evaluar en el estudiante.
4. Para que la evaluación sea útil y efectiva, se requiere una variedad de procedimientos e instrumentos.
5. Su uso adecuado requiere tener conciencia de las bondades y limitaciones de cada método de evaluación

Entendiendo que la evaluación no es solo cuantificable, si no también cualitativa (los procesos que analiza son enormemente complejos y al reducirlos a números suelen desvirtuar la parte más sustantiva de la evaluación), esta se convierte en una herramienta educativa tanto para los evaluados como para los evaluadores. Pues permite alcanzar un nivel de comprensión del programa, sobre su funcionamiento, racionalidad y su sentido educativo. Es decir, que nos permite hacer un análisis profundo sobre las intenciones educativas que lo han puesto en marcha y sobre los efectos que esté generando (Santos, 1998 y 2013).

A lo largo de este proyecto se incluyeron tres tipos de evaluaciones (clasificadas desde el punto de vista de su objetivo); diagnóstica, formativa y

sumativa (Melchor Mendiola y Adrián Martínez, 2020). Acoplándonos a las definiciones de Melchor y Adrián que dictaminan que la evaluación diagnóstica es aquella que se realiza al principio de un curso o actividad académica, con la finalidad de determinar el nivel de conocimientos, habilidades o actitudes del educando, información que puede ser de gran utilidad para el docente, ya que le permite hacer adecuaciones en el contenido y la implementación de las actividades académicas programadas, que correspondan a las características de los alumnos participantes.

Por otro lado, la evaluación formativa es la que se utiliza para monitorear el progreso del aprendizaje, con la finalidad de proporcionar retroalimentación al estudiante sobre sus logros, deficiencias y oportunidades de mejora. Esta evaluación debería ocurrir a lo largo de todo el proceso educativo del estudiante, y puede ser formal o informal, positiva o negativa.

Finalmente, la evaluación sumativa es aquella compuesta por la suma de valoraciones efectuadas durante un curso o unidad didáctica, a fin de determinar el grado con que los objetivos de la instrucción se alcanzaron, otorgar calificaciones o certificar competencias.

En este proyecto se hace énfasis en el uso y utilidad de los instrumentos de evaluación formativas, ya que estas permiten hacer comentarios e implementar acciones para mejorar la comprensión de los estudiantes. Además comúnmente involucra un proceso cíclico en el que los maestros hacen visibles el pensamiento de los estudiantes, realizan inferencias sobre del nivel de comprensión alcanzado y actúan con base en la información disponible para alcanzar los objetivos de aprendizaje establecidos (Cowie y Bell, 1999; Furtak, 2012).

Considerando todos los puntos mencionados anteriormente, en este trabajo se plantea el diseño e implementación de materiales educativos y evaluaciones que incorporan ejemplos relacionados con la Farmacocinética, para interesar al estudio de los contenidos de la asignatura Química General II en situaciones específicas, en este caso de la licenciatura de Química Farmacéutico Biológica.

Hipótesis

Si a los alumnos se les presentan ejemplos significativos que se relacionan tanto con temas de Química General II como con asignaturas correspondientes a semestres posteriores del plan de estudios de QFB que incluyan aspectos contextualizados y motivadores desde sus primeros semestres, ellos relacionarán y comprenderán mejor los temas correspondientes a QGII, podrán vincularlos con los que se revisaran en asignaturas posteriores y disminuirá el desinterés y la desmotivación de los estudiantes hacia la química, lo cual impactará en un reconocimiento de la importancia de la asignatura.

Objetivo general

Analizar y documentar la comprensión de conocimientos por parte de los estudiantes acerca de la disolución, dilución y el equilibrio químico ácido base en Química General II y su aplicación en ejemplos específicos relacionados con la farmacocinética.

Objetivos particulares

- Generar materiales educativos que promuevan la correlación, comprensión y aplicación de los temas de disolución y equilibrio químico de QGII con conocimientos de asignaturas posteriores desde los primeros semestres de su formación.
- Presentar a los estudiantes los temas de QGII de manera conjunta con fenómenos farmacocinéticos con la finalidad de desarrollar la capacidad de integración de conocimientos en el estudiante de QFB desde los primeros semestres de la carrera.
- Documentar y analizar el grado de aprendizaje sobre los conceptos de disolución y equilibrio químico al presentar ejemplos específicos de farmacocinética.

1. Marco Teórico

1.1 Marco disciplinar

Cómo indica Andrés Raviolo *et al.* (2020) el tema de disoluciones es básico en el currículo de química, tanto en nivel medio como universitario y los estudiantes, presentan dificultades tanto en los aspectos cualitativos sobre la naturaleza de las disoluciones, como en aspectos cuantitativos al enfrentar situaciones donde deben aplicar el concepto de concentración.

De acuerdo con Raymond Chang *et al.* (2017, p. 119) “una disolución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias. El soluto es la sustancia presente en menor cantidad y el disolvente es la sustancia que está en mayor cantidad.” Esta definición coincide con la propuesta por Theodore Brown *et al.* (2014, p. 114) quienes definen a la disolución como una “mezcla de sustancias que tiene composición uniforme; mezcla homogénea” y añaden que “una disolución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias. La sustancia que está presente en mayor cantidad se llama disolvente. Las demás sustancias de la disolución se denominan solutos; y decimos que están disueltas en el disolvente.” y con lo mencionado por Petrucci *et al.* (2011, p.6) acerca de que “Cuando una mezcla es uniforme en composición y propiedades en cualquier parte de una muestra determinada se dice que es una mezcla homogénea o una disolución.

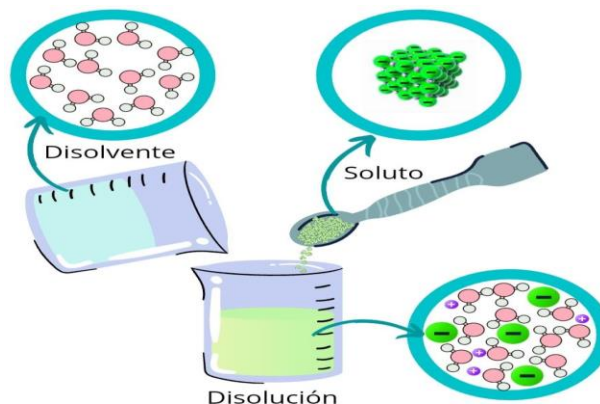


Figura 1 Representación a nivel macroscópico y nanoscópico¹ de una disolución.

De acuerdo con los autores una disolución es una mezcla homogénea que se compone de un disolvente y de al menos un soluto, que corresponde a la sustancia o sustancias que están en menor proporción. El agua es el disolvente más común para las disoluciones farmacéuticas, pero el etanol, la glicerina, el glicol de propileno, el alcohol isopropílico y otros líquidos también se pueden utilizar dependiendo de los requisitos del producto. (Farmacopea XI edición)

Las disoluciones se encuentran en el estado de agregación del disolvente, con lo que se tienen disoluciones sólidas (como aleaciones o tabletas), disoluciones líquidas (soluciones¹ inyectables o jarabes) y disoluciones gaseosas (que incluyen al aire y gases medicinales). Chang *et al.* (2017, p. 119) (Farmacopea XI edición)

Por otra parte, es importante considerar la concentración de las disoluciones, la cual es definida por Chang *et al.* (2017, p. 129) como "*la cantidad de soluto presente en una cantidad dada de disolvente, o en una cantidad dada de disolución*". Mientras que Andrés Raviolo *et al.* (2020) la definen como "*la proporción entre la cantidad de soluto con respecto a la cantidad de [di]solución, o a la cantidad de [di]solvente*". Los autores plantean que la concentración se puede expresar en distintas formas y unidades tomando en cuenta sus unidades matemáticas, las más comunes son:

FÍSICAS		QUÍMICAS	
g/L	$\frac{\text{gramos de soluto}}{\text{litro de disolución}}$	mol/L	$\frac{\text{mol de soluto}}{\text{litro de disolución}}$
% m/m	$\frac{\text{masa de soluto}}{\text{masa de disolución}} \times 100$	mol/kg	$\frac{\text{mol de soluto}}{\text{kilogramo de disolvente}}$
% v/v	$\frac{\text{volumen de soluto}}{\text{volumen de disolución}} \times 100$	eq/L	$\frac{\text{equivalentes químicos de soluto}}{\text{kilogramo de disolvente}}$
% m/v	$\frac{\text{masa de soluto}}{\text{volumen de disolución}} \times 100$	X _A	$\frac{\text{mol de A}}{\text{suma de los mol de todos los comp}}$

Tabla 1 Formas de expresar la concentración

Cabe mencionar que la palabra utilizada para QGII es disolución, sin embargo, en términos de farmacología se emplea comúnmente el término "soluciones".

Con relación a las concentraciones existe un proceso para pasar de una disolución concentrada a otra con menor concentración, la dilución. Esta se define según Theodore Brown *et al.* (2014, p. 137) como *“un proceso de preparar una disolución menos concentrada a partir de una más concentrada, añadiendo disolvente.”* De igual forma Chang *et al.* (2017, p.147) definen la dilución como *“el procedimiento que se sigue para preparar una disolución menos concentrada a partir de una más concentrada”*.

Otro tema asociado y muy relevante es el del equilibrio químico, ya que la mayoría de las reacciones que se llevan a cabo y una gran parte de las que sustentan la vida, son reversibles, y puede ocurrir simultáneamente la reacción directa e indirecta. Este tema se estudia a partir del segundo semestre y se aplica a lo largo de toda la carrera.

El equilibrio químico puede definirse según Chang *et al.* (2017, p. 622) como *“un proceso dinámico que se alcanza cuando las rapidezces de las reacciones en un sentido y en otro se igualan, y las concentraciones netas de reactivos y productos permanecen constantes”*, esta definición empata con las definiciones propuestas por Theodore Brown *et al.* (2014, p. 575) sobre el equilibrio químico, el cual puede entenderse como *“un estado de balance dinámico en el que la velocidad de formación de los productos de una reacción a partir de los reactivos es igual a la velocidad de formación de los reactivos a partir de los productos; en el equilibrio, las concentraciones de los reactivos y productos se mantienen constantes”* o como *“el equilibrio químico se establece cuando reacciones opuestas avanzan a velocidades iguales.”*

Cabe resaltar que la redacción de Brown *et al.* ayuda a que el estudiante no confunda frases como *“en el equilibrio químico las concentraciones son iguales”* que si bien se refiere a que ya no cambia cada una de las concentraciones de cada sustancia, los estudiantes tienden a entender que todas las concentraciones son iguales entre sí. Los autores hacen hincapié en que es un proceso dinámico, cuestión que en ocasiones no es tan fácil de percibir por los alumnos, problema del cual se hablará más adelante.

El tipo de equilibrio en el que nos enfocaremos en este trabajo es el ácido base, para la mejor comprensión de este tema se escogieron ejemplos de farmacocinética relacionados con reacciones ácido base, concepto de acidez y pH y la acción de los amortiguadores.

Cómo ya se ha revisado en materias precedentes (Química General I de la Facultad de Química) y en el curso de la materia QGII, y cómo menciona Chang, *et al.* (2017, p. 720) "*los ácidos y las bases débiles, nunca se ionizan por completo en el agua*" por ejemplo en el caso de una disolución de un ácido débil coexiste el ácido no ionizado, los iones H^+ y la base conjugada, además no sólo están presentes, también se encuentran en equilibrio.

Dos conceptos que se manejan y se enfatizan en este proyecto son el de disociación y el de ionización. Cuando se hace referencia al término de disociación en el campo de la química, nos encontramos frente a la definición: "*Es un proceso general en el cual complejos, moléculas y/o sales se separan en moléculas más pequeñas, iones o radicales*". A menudo, se tiende a confundir los procesos de disociación y de ionización, que se puede definir como "*El fenómeno mediante el cual se producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula*"

Sin embargo, cuando tenemos un ácido según Bronsted-Lowry, como en el caso de este proyecto son los fármacos (ácidos o bases débiles) al ponerlo en agua se ioniza, el átomo de hidrógeno que pierde su electrón siente una fuerte atracción por el polo negativo del agua (los átomos de oxígeno) generando así un ion hidronio (Chang *et al.*, 2017), razón por la cual en este proyecto se pueden emplear estos conceptos de forma indistinta, lo cual brindará riqueza al proyecto, puesto que en QGII el término que más se emplea es disociación, mientras que en el caso de farmacia se hace alusión al concepto de ionización.

Para la correcta interpretación de este equilibrio es importante tomar en consideración aspectos como: el efecto del ion común y la acción de las disoluciones amortiguadoras, las cuales en palabras de Raymond Chang, *et al.* (2017, p.724): "*Una disolución amortiguadora, buffer o tampón es una disolución de*

1) un ácido débil o una base débil y 2) su sal: es decir, ambos componentes deben estar presentes. La disolución tiene la capacidad de resistir los cambios de pH cuando se agregan pequeñas cantidades de ácido o de base.”

Las disoluciones amortiguadoras son muy importantes para la vida y en el organismo, ya que son los sistemas encargados de evitar grandes variaciones del valor de pH en los medios biológicos, permitiendo con ello la realización de funciones bioquímicas y fisiológicas de las células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas (Túñez, Galván y Fernández (2001)

Este proyecto, para el aprendizaje de algunos temas de QGII, se estableció como eje problematizador al tema de farmacocinética, que puede definirse como la medida y la interpretación formal de los cambios en el tiempo de la concentración de fármaco en una o más regiones del cuerpo en relación con la dosis «lo que el cuerpo hace al fármaco» (Rang *et al.*, 2012) . Los ejemplos planteados abordan principalmente las concentraciones y equilibrios que existen durante los distintos procesos farmacocinéticos; como cálculos relacionados con la biodisponibilidad a partir del porcentaje de especies ionizada y no ionizadas en los distintos líquidos del cuerpo.

Los procesos farmacocinéticos (a menudo abreviados como ADME por sus cuatro procesos) incluyen la Absorción, Distribución, Metabolismo y Excreción de los fármacos. La absorción de los fármacos puede ocurrir por varios mecanismos diseñados para traspasar las barreras fisiológicas. Después de la absorción, el fármaco usa sistemas de distribución dentro del cuerpo, como los vasos sanguíneos y linfáticos para llegar a su órgano objetivo en una concentración apropiada. La capacidad del fármaco para actuar sobre su blanco también está limitada por varios procesos dentro del paciente. Estos procesos se clasifican de manera amplia en dos categorías: el metabolismo, donde el organismo inactiva el fármaco a través de la degradación enzimática y la excreción, en la que el fármaco es eliminado del cuerpo (Golán *et al.*, 2012).

Además de la definición de farmacocinética y explicación de los procesos que está incluye, es importante conocer otras definiciones, entre las cuales figuran

fármaco y medicamento, pues éstas se emplean indistintamente de manera cotidiana. De acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SSA1-2020, que instituye la estructura de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos y sus suplementos y el procedimiento para su revisión, actualización, edición y difusión, tenemos las siguientes definiciones:

- *Fármaco: “Toda sustancia natural, sintética o biotecnológica que tenga alguna actividad farmacológica y que se identifique por sus propiedades físicas, químicas o acciones biológicas, que no se presente en forma farmacéutica y que reúna condiciones para ser empleada como medicamento o ingrediente de un medicamento.”*
- *Aditivo: “Toda sustancia que se incluya en la formulación de los medicamentos y que actúe como vehículo, conservador o modificador de algunas de sus características para favorecer su eficacia, seguridad, estabilidad, apariencia o aceptabilidad.”*
- *Medicamento: “Toda sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético que tenga efecto terapéutico, preventivo o rehabilitatorio, que se presente en forma farmacéutica y se identifique como tal por su actividad farmacológica, características físicas, químicas y biológicas. Cuando un producto contenga nutrimentos, será considerado como medicamento, siempre que se trate de un preparado que contenga de manera individual o asociada: vitaminas, minerales, electrolitos, aminoácidos o ácidos grasos, en concentraciones superiores a las de los alimentos naturales y además se presente en alguna forma farmacéutica definida y la indicación de uso contemple efectos terapéuticos, preventivos o rehabilitatorios.”*

A partir de las definiciones citadas con anterioridad, es posible marcar y explicar al estudiante la diferencia entre los términos fármaco y medicamento, que en la vida cotidiana son empleadas e interpretadas como sinónimos.

1.2 Marco didáctico: Problemas de enseñanza de la química en contexto

Todos los temas mencionados anteriormente son de gran importancia para lograr entender los fenómenos a través de la química. Sin embargo Isabel Torres (2010) reporta que existen algunos problemas de enseñanza derivados de que generalmente se imparten desde la enseñanza tradicional de la ciencia, lo cual presenta algunas desventajas. Por ejemplo, al ser un proceso de enseñanza que se basa en la memorización y no en la comprensión de conocimientos y habilidades, no se desarrolla la creatividad, imaginación ni individualidad en los alumnos; además no propiciaría el uso de estos conceptos en otros entornos.

Así mismo Raviolo y Martínez (2003, p. 164) concluyen que la enseñanza más frecuente es en el aula con exposiciones teóricas por parte del docente, donde el alumno asume un rol pasivo recibiendo información y resolviendo ejercicios siguiendo algoritmos, así como realizando prácticas de laboratorio como recetas.

Diversos autores (Kind, 2004; Crioscuolo, 1987, entre otros) han identificado algunos de los problemas de enseñanza que se presentan de manera general como son: (a) Concepciones alternativas, (b) Manejo de cálculos, operaciones y problemas algebraicos, (c) Manejo de unidades de medida y factores unitarios y el (d) Nivel de abstracción e interrelación de los contenidos de química.

a) Las concepciones alternativas

El constructivismo es definido por Bruning (2002) como "*una perspectiva psicológica y filosófica que afirma que los aprendices construyen de manera activa lo que aprenden y comprenden*", por su parte Schunk (2012) añade que es "*una corriente que propone que el aprendizaje es el resultado de la interacción entre lo que se enseña al alumno y sus propias ideas o conceptos.*"

A partir de esta última definición es posible percibir la importancia de las ideas de los alumnos, en particular de las ideas erróneas también llamadas concepciones alternativas, errores conceptuales, preconceptos, ciencia ingenua o preconcepciones (Bello, Herrera y Velázquez, 2008). Estas pueden ser vistas desde el punto de vista del constructivismo, que tiene sus bases asentadas en los estudios de Piaget y Vygotsky, quienes se interesaron en el tema de la construcción de conocimientos (Schunk, 2012, p. 229).

De acuerdo con Criscuolo las concepciones alternativas o ideas erróneas son "*un sistema conceptual alternativo que involucra creencias incompatibles con el conocimiento científico y que suelen estar muy difundidas entre los adultos e incluso en académicos calificados y, por supuesto, en los menos educados*" (Criscuolo, 1987, p. 232).

El término 'concepción errónea', traducido del inglés "*misconception*", hace referencia a un pobre o equívoco entendimiento de algo, para el caso de los estudiantes se refiere a su visión acerca de un fenómeno, concepto o tema de estudio. Algunos investigadores (Kind, 2004; Reyes y Garritz, 2006) afirman que este término no sólo contradice la visión de conocimiento del constructivismo, además estas ideas tienen un valor negativo, que deben ser puestas a prueba con los conocimientos científicos ya que son muy resistentes al cambio y esto impiden la asimilación de los conocimientos.

De igual manera Raviolo y Martínez (2003, p. 159) señalan que en la didáctica de las ciencias es muy importante considerar las concepciones alternativas porque permiten la enseñanza y el aprendizaje de manera más compleja evitando la mera transmisión de conocimientos tan cuestionada de la enseñanza tradicional. A continuación se presentan algunas concepciones alternativas identificadas para los temas revisados en este proyecto.

Concepciones alternativas acerca de disoluciones

Las concepciones alternativas reportadas en la investigación bibliográfica realizada por Chamizo en Kind (2004) sobre el proceso de disolución son:

Autor	Concepción alternativa	Interpretación
Piaget e Inhelder (1974)	<i>“El azúcar desaparece cuando se disuelve en agua, y entonces no se conserva la masa del material”</i>	Los estudiantes más pequeños piensan que el soluto desaparece cuando se disuelve.
Driver (1983), Cosgrove y Osborne (1981) y Anderson, (1984)	<i>“Cuando el azúcar se disuelve en el agua, el azúcar no tiene masa y así sólo hay 1000 g de agua” “El azúcar se descompone, forma un líquido con el agua y entonces pesa menos”</i>	Los jóvenes consideran que la masa de la disolución es menor que la masa del soluto y del disolvente por separado.
Cosgrove y Osborne (1981)	<i>“El azúcar se disuelve... el agua como que funde los cristales de azúcar”</i>	Los estudiantes emplean los términos “disolver” y “fundir” como sinónimos.
Barker (1995)	<i>“Se libera un gas cuando la sal se disuelve”</i>	Los estudiantes piensan que disolver es una reacción química, y que el desprendimiento de un gas es una de sus características particulares.

Tabla 2 Concepciones alternativas reportadas para el tema de disolución y diluciones.

Concepciones alternativas para el tema de equilibrio químico : ácido base

Por otro lado para el tema de equilibrio químico las concepciones alternativas reportadas en las búsquedas bibliográficas de Chamizo en Kind (2004), Raviolo y Martínez (2003, p.160) y en la investigación realizada por López (2017) son:

Equilibrio químico		
Autor	Concepción alternativa	Interpretación
Maskill y Cachapuz (1989)	<i>“...la reacción terminó, está estable, ya no reaccionará más, a menos que se adicione algo...”</i>	Los alumnos entienden al equilibrio químico como un fenómeno estático o estable.
Wilmer López (2017)	<i>“...significa poner en dos lados diferentes elementos para mantenerse estable”</i>	Se tiene una visión compartimentada de reactivos y productos

	<i>“El equilibrio se mantiene en un punto determinado, donde no varía de un lado al otro”</i>	Los alumnos perciben las reacciones directa e inversa como sucesos separados e independientes y no como partes del mismo sistema químico.
	<i>“ Es una igualdad en ambos lados de la fórmula, es decir, que debe haber la misma cantidad de la molécula en ambos lados”</i>	Los estudiantes consideran que en el equilibrio las concentraciones de reactivos son iguales a las de los productos.
Equilibrio químico ácido base		
De la Guardia y otros (1985)	<i>En el punto de equivalencia de las valoraciones ácido base el valor del pH es 7.</i>	Los alumnos asignan el valor 7 al pH del punto de equivalencia en cualquier valoración ácido base.
(Cros, 1986, 1988; Jiménez-Liso et al., 2000) Toplis, 1998)	<i>“Todos los ácidos son fuertes y poderosos” “No bebería disoluciones ácidas porque consideran que son fuertes y dañinas para el organismo”</i>	Los estudiantes consideran que las disoluciones ácidas siempre son fuertes, y por ende dañinas para el organismo. Dejando de lado así a los ácidos débiles que se ingieren en muchos alimentos o fármacos.
(Schmidt, 1991) (Jiménez-Liso, 2000)	<i>“Cuando un ácido reacciona con una base, el producto final siempre es neutro.” “La neutralización siempre resulta en disoluciones neutras”</i>	Asociación de neutralización con cualquier proceso ácido base y la extrapolación de que, cuando un ácido reacciona con una base, el producto final siempre es neutro.

Tabla 3 Concepciones alternativas reportadas para el tema de equilibrio químico y equilibrio ácido base.

b) El manejo de cálculos, operaciones y problemas algebraicos.

Otra problemática que considerar es el manejo de cálculos y operaciones, pues en correlación con M. Rodríguez (2011): *“En todas las ciencias está presente la matemática y por tanto puede usarse la relación matemática-ciencias como recurso didáctico en cualquier nivel educativo”*.

En general, se reconoce que los estudiantes de química encuentran dificultades cuando tratan con las matemáticas en un contexto de química, y según Hoban (2011), posibles razones incluyen la falta de conocimientos matemáticos suficientes por parte de los estudiantes, la incapacidad de los estudiantes para

aplicar e interpretar conocimientos matemáticos relevantes, o transferir conocimientos matemáticos a química. Además, los profesores de matemáticas y química tienden a trabajar por separado, centrándose en sus respectivas áreas temáticas.

La problemática matemática incluye la falta de dominio de la parte algebraica, problemas con los cálculos estequiométricos, relaciones de proporcionalidad, uso de factores unitarios y el manejo de unidades (Kind, 2004; Balocchi *et al.*, 2006; Dahsah y Coll, 2007; Fach, de Boer y Parchmann, 2007; Ramful y Narod, 2014; Talanquer y Pollard, 2017).

Estas situaciones se contemplan en el diseño de los materiales educativos con énfasis en las matemáticas empleadas en los ejercicios de disolución y equilibrio químico ácido base, y que se presentan de forma general en los cursos de química.

De acuerdo con algunos autores, también se debe contar con razonamientos de proporcionalidad para comprender los temas de disolución y equilibrio químico. Stavy (1981) menciona que se debe contar con un dominio de razones de proporcionalidad para comprender que si se agrega soluto a la solución la concentración aumenta (la concentración es directamente proporcional a la cantidad de soluto, si el volumen de disolución permanece constante) y si se agrega disolvente la concentración disminuye.

Por otra parte Ramful y Narod (2014), mencionan la importancia del razonamiento proporcional en el tema de estequiometría y Bakker *et al.* (2014) indagan sobre la comprensión cuantitativa del proceso de dilución. Estas investigaciones destacan la naturaleza existente en las abstracciones matemáticas aplicadas a contextos específicos, como el químico, donde se aplica el razonamiento proporcional. De igual manera Park *et al.* (2010) indican que son necesarios enfoques que vinculan razones matemáticas con proporciones en situaciones específicas, de manera que se profundice en las conexiones matemáticas.

Pozo *et al.* (1991) resaltan en el caso específico de la concentración en relación por una parte con la cantidad de soluto y por otra parte con respecto al volumen de la disolución. Esta doble dependencia es una de las responsables de las dificultades que tienen los estudiantes al resolver ejercicios de disolución, ya que el valor de la concentración de una disolución será directamente proporcional a la cantidad de soluto e inversamente proporcional al volumen de la disolución. Los estudiantes suelen fijar su atención sólo en una de las dos variables, y generalmente les resulta más sencillo resolver ejercicios donde cambia únicamente la cantidad de soluto.

A este respecto Stavy (1981) apunta que en la enseñanza y aprendizaje de una razón como la concentración deben tenerse en cuenta cuatro aspectos : a) la función directa: un incremento en la cantidad de soluto aumenta la concentración; b) la función inversa: un incremento en la cantidad de solvente decrece la concentración; c) la proporción: un incremento en ambas cantidades de soluto y solvente, en la misma proporción, no cambia la concentración; y d) del carácter intensivo de la propiedad de concentración: un cambio en la cantidad de solución de una concentración dada no cambia su concentración.

En sentido también los cálculos estequiométricos, que permiten determinar la cantidad de sustancias involucradas en una reacción química, ya sea la cantidad de reactivos necesarios para obtener cierta cantidad de producto, o de manera contraria, predecir la cantidad de productos que se generarán, partiendo de una cantidad de reactivos. Estos son muy valiosos en la actividad profesional, pues permiten maximizar rendimientos y minimizar desechos a partir de datos de una de las sustancias involucradas. (Talanquer y Pollard, 2017). Algunas de las complicaciones relacionadas con este tipo de cálculos son:

- Considerar que en las reacciones químicas la proporción de reactivos y productos es siempre 1 a 1, es decir, los estudiantes tienden a ignorar los coeficientes estequiométricos resultantes de balancear la ecuación química (Dahsah y Coll, 2007).

- Los alumnos identifican al reactivo limitante como aquel que posee el coeficiente estequiométrico más pequeño (Dahsah y Coll, 2007; Fach, de Boer y Parchmann, 2007; Kind, 2004).
- Los alumnos identifican al reactivo limitante como aquel que posee la masa más pequeña.
- Subíndices y coeficientes son utilizados de forma indiscriminada e intercambiable (Balocchi *et al.*, 2006).

Por otro lado Garritz y Rincón (1996, 1997a y 1997b), en su trilogía “Capricho valenciano”, muestran la importancia de la relación de términos químicos y conceptos matemáticos. En la primera parte, relacionan la valencia y el balance de ecuaciones químicas mediante el método de los números de oxidación, con el uso de ecuaciones algebraicas, en la segunda parte, muestran el fundamento matemático de dicho método y en la tercera, entregan, entre otras conclusiones, la siguiente:

“El balanceo algebraico de ecuaciones químicas, debe abordarse en los cursos de álgebra. Y ello no sólo porque introduce aspectos de sistemas de ecuaciones lineales con más o menos incógnitas, o porque permite iniciarse en el tema de matrices, sino porque finalmente permite conectar los cursos de matemáticas con los de química, lo cual produce una motivación adicional en los estudiantes de las carreras científicas”.

c) Manejo de unidades de medida y factores unitarios.

Con respecto a las unidades de medida y factores unitarios, Celia Coto (2012) recalca la importancia de la necesidad de conocer el significado de las unidades de medición, usadas de forma común en química y biología, para entender la importancia de los resultados de los experimentos y expresarlos correctamente.

En correspondencia Celia Torres (2018) habla del uso frecuente que se hace de las unidades fundamentales de medida en la resolución de problemas químicos simples como lo son la masa de una sustancia o la cantidad de sustancia (mol) contenidos en una disolución. Y presenta escenarios complejos en los que se utilizan unidades derivadas de medida, como podrían ser el calcular el volumen de

una sustancia líquida o la presión de una mezcla gaseosa, ya que de acuerdo con la autora, los estudiantes no solo deben reconocer la unidad de medida que acompañará al resultado, sino que también deben tener la capacidad de visualizar la operación matemática involucrada, es decir la transformación de estas unidades o del uso de factores unitarios.

Los factores unitarios, también llamados factores de conversión, que se aplican en la conversión de unidades y en diversos temas pertenecientes a la química como disoluciones, estequiometría, expresión de concentraciones, equilibrio químico, entre otros, es un tema de gran importancia para todo estudiante como mencionan Sandoval, García y Mora (2019). En este sentido, Ford y Gilbert (2013) consideran que los conocimientos sobre conversiones de unidades son habilidades que necesariamente deben dominar los estudiantes, ya que de manera cotidiana se encuentran en situaciones en las que tienen que realizar equivalencias métricas. Así mismo las investigaciones de Mikula y Heller (2013) apuntan que es preocupante el bajo desempeño que tienen muchos estudiantes de ingenierías y ciencias, con respecto al tema de conversiones de unidades ya que, ellos necesitan realizar conversiones rutinariamente para resolver algunos ejercicios relacionados de esas áreas.

Como se menciona anteriormente, Celia Torres (2018) indica que esta transformación puede llegar a ser un desafío para los estudiantes, si se trata, por ejemplo, de encontrar la equivalencia entre centímetros cúbicos (cm^3), mililitros (mL) y litros (L), donde quedan al descubierto varias deficiencias matemáticas, que incluyen el uso de potencias o de raíces cúbicas. Y que la mayoría de las veces se convierte en el principal impedimento al momento de buscar matemáticamente la respuesta para esta equivalencia de unidades de volumen y los ejercicios químicos que las requieren.

d) Nivel de abstracción e interrelación de los contenidos de Química.

Si bien las concepciones alternativas y la parte matemática están asociadas a problemas educativos, en este apartado se plantean otros reportados para los temas de este proyecto:

En el caso del tema de disoluciones, varios estudios han mostrado que alumnos de preparatoria no tienen una adecuada comprensión de las disoluciones y que estas dificultades se presentan también con alumnos de primer año de la universidad (Gabel y Bunce, 1994). Algunos de los problemas educativos reportados en la literatura abordan la dificultad en los estudiantes para comprender, por un lado, aspectos cualitativos, como la naturaleza de las disoluciones y el proceso de disolución, que incluyen la falta de capacidad para diferenciar claramente entre disolución, como un sistema material o como un proceso (Sánchez, *et al.*, 1997; Ortolani, *et al.*, 2012). Y por otro sus aspectos cuantitativos (Calyk y otros, 2005) que se relacionan principalmente con los temas de concentración de disoluciones y el proceso de dilución, entre los cuales podemos encontrar la confusión de mol (cantidad de sustancia) con molaridad (Johnstone; 1983; Heyworth, 1999), los problemas para entender qué ocurre ante la adición de disolvente (dilución) o ante la disminución (Gabel y Samuel, 1986), entre otros.

De manera similar, para el tema de equilibrio químico se pueden observar las siguientes dificultades en los trabajos de investigación sobre la enseñanza del tema (Rocha 2000, p. 166; Furió, 2003, p. 111; Raviolo y Martínez, 2005, p. 164) concuerdan en que dicho tema es uno de los que presenta mayores dificultades de aprendizaje por el nivel de abstracción, complejidad y su interrelación con varios temas como la reacción química, ecuación química, concentración, velocidad de reacción y otros. También se menciona que otras dificultades más corroboradas son la confusión entre cantidad y concentración.

Y específicamente para equilibrio químico ácido base los principales problemas de acuerdo con Jiménez *et al.* (2002), y Torres, *et al.* (2000) son:

- La omisión del desarrollo histórico de los conceptos (visión ahistórica de la ciencia).
- No contemplar las limitaciones de las teorías ácido base.
- Relacionar el valor de $\text{pH} = 7.00$ con el concepto de neutralización y el punto de equivalencia sin tener en cuenta el ácido o la base que se estén tratando.
- Problemas conceptuales causados por los libros que podían influir desfavorablemente en el aprendizaje conceptual de los alumnos, sobre todo si no son detectados y aclarados por el profesor.

Se han descrito entonces los principales problemas con los que nos encontramos para el desarrollo de este proyecto, que abarcan la parte educativa con énfasis en los aspectos conceptuales y matemáticos.

1.3 Opciones para la mejora educativa

Algunos autores (Juan Miguel Campanario, 2004 e Isabel Torres, 2010) han realizado recopilaciones y descripciones de las principales tendencias educativas para proponer soluciones a los problemas educativos planteados. En ellas se impulsa hacia nuevas formas de trabajar, como alternativas trascendentales para la construcción del conocimiento, que superen la enseñanza tradicional de las ciencias y que sean amplias, sistemáticas y flexibles. Algunos ejemplos de modelos de las nuevas tendencias son: el aprendizaje por descubrimiento, la resolución de problemas, la enseñanza situada, desarrollo de capacidades metacognitivas, el aprendizaje por indagación con distintos niveles de apertura, entre otros.

En este trabajo de investigación se toma en cuenta lo descrito por los autores anteriores y se seleccionó como alternativa de la enseñanza tradicional para la mejora educativa al *aprendizaje por indagación*.

La indagación es un concepto que ha sido empleado por una gran diversidad de educadores e investigadores, este fue presentado por primera vez por John Dewey en 1910, como respuesta a que el aprendizaje de la ciencia tenía un enfoque en la acumulación de información más que en el pensamiento científico y el desarrollo de actitudes y habilidades necesarias para la ciencia. Su propuesta

consistió en que los profesores utilizaran la indagación como una estrategia de enseñanza que aprovecha el método científico y sus pasos: detectar situaciones desconcertantes; aclarar el problema; formular una hipótesis tentativa; probar y revisar dicha hipótesis a través de pruebas rigurosas y actuar sobre la solución (National Research Council, 2000).

Además como plantean Reyes y Padilla (2012) los ejercicios estudiados deben tener una relación directa con la experiencia de los estudiantes y deben estar dentro de su nivel intelectual y académico para fomentar que los estudiantes se conviertan en aprendices activos en busca de sus propias respuestas.

A pesar de ser la indagación un concepto ampliamente difundido y empleado, como bien menciona Andoni Garritz (2010) es difícil de aprehender, dada su elusiva definición. En este mismo sentido, Buck, Bretz y Towns (2008) en su búsqueda y discusión sobre las diferentes definiciones de indagación, llegan a la conclusión de que *“los usos y significados de indagación como modos de instrucción e investigación estudiantil varían de un autor a otro y ante una u otra audiencia”* y de igual manera Barrow (2006) considera que no existe una definición clara de lo que es indagación y tampoco se ha alcanzado un acuerdo sobre cómo definirla.

En la siguiente tabla se presentan a manera de resumen algunas de las definiciones para este término:

Autor	Definición
Schwab (1960; 1966; 1978)	<i>“El proceso de indagación se refiere a las actividades estudiantiles en las cuales se desarrollan conocimiento y entendimiento de las ideas científicas.”</i>
Novak (1964)	<i>“La indagación es una serie de comportamientos involucrados en los seres humanos para encontrar explicaciones razonables de un fenómeno acerca del cual se quiere saber algo”.</i>
Uno (1990)	<i>“Un método pedagógico que combina actividades ‘manos a la obra’ con la discusión y el descubrimiento de conceptos con centro en el estudiante”.</i>
NRC (1996)	<i>“Las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia”</i>

	<i>derivada de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades de los estudiantes en la que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas”.</i>
Bybee (2000)	<i>“Sabemos algo que no sabíamos cuando empezamos [la investigación]. Incluso cuando nuestra investigación falla en encontrar la respuesta; al menos la indagación nos permitirá tener un mayor entendimiento sobre los factores involucrados en alcanzar la solución”</i>
Martin-Hansen (2002)	<i>“La indagación se refiere o al trabajo que realiza el investigador para estudiar el mundo natural o a las actividades de los estudiantes que ‘imitan’ lo que los científicos hacen.”</i>
Schwartz et al. (2004)	<i>“La indagación científica se refiere a los métodos y a las actividades que llevan al desarrollo del conocimiento científico”</i>
Garritz (2006)	<i>“La indagación debe ser tanto un medio —la indagación como enfoque instruccional— como un fin de la enseñanza —la indagación como finalidad del aprendizaje.”</i>
Oliveira (2009)	<i>“La enseñanza basada en la indagación es comúnmente definida como un modo instruccional en el que el profesor de ciencia renuncia, al menos parcialmente, a su papel de experto en ciencia al ceder derechos instruccionales como proveer respuestas correctas, decir a los estudiantes qué hacer y evaluar las ideas de los estudiantes.”</i>

Tabla 4. Definiciones de indagación

Como indican Reyes y Padilla (2012) las dificultades para definir el concepto de indagación tienen su origen desde que John Dewey, recomendó la inclusión de la indagación en el currículum de ciencias K-12 (preescolar a secundaria) y la formación de los nuevos maestros en indagación. Sin embargo, como apunta Garritz (2010) esta diversidad de definiciones y opiniones con relación al concepto de indagación nos lleva a la pregunta ¿qué habilidades promueve esta actividad? y en la búsqueda de respuestas nos encontramos con el siguiente listado propuesto en National Research Council (1996, pp. 175-6):

- 1) Identificar preguntas y conceptos que guíen las investigaciones;
- 2) Diseñar y conducir investigaciones científicas.

- 3) Utilizar las tecnologías más apropiadas y la matemática para mejorar las investigaciones y su comunicación;
- 4) Formular y revisar las explicaciones y modelos científicos mediante el empleo de la lógica y las pruebas científicas;
- 5) Reconocer y analizar explicaciones y modelos alternativos;
- 6) Comunicar y defender un argumento científico.

Así mismo, Samia Khan (2007) plantea algunas actividades básicas de la indagación, entre las cuales se encuentran: Identificar un problema; reunir información; hacer predicciones; observar y buscar patrones en la información; usar analogías e intuición física para conceptualizar los fenómenos; analizar y representar datos; postular factores causales potenciales; trabajar con las pruebas para desarrollar y revisar las explicaciones; generar relaciones hipotéticas entre las variables; evaluar la consistencia empírica de la información; formular y manipular modelos mentales o físicos (modelado); coordinar los modelos teóricos con la información y compartir lo que se ha aprendido durante la indagación con otras personas.

Por otra parte en el año 2000, las academias estadounidenses y el National Research Council, publicaron el libro *“Inquiry and the National Science Education Standards”*, en el que presentan las siguientes sugerencias para poner en marcha la indagación en el aula:

- ❖ Los estudiantes deben ser involucrados por medio de preguntas orientadas científicamente;
- ❖ Se debe dar prioridad a las pruebas y evidencias que les permitan a los estudiantes desarrollar y evaluar explicaciones que pongan atención a las preguntas orientadas científicamente;
- ❖ Evaluar las explicaciones a la luz de concepciones alternativas, particularmente de aquellas que reflejan el entendimiento científico;
- ❖ Los alumnos deben poder comunicar y justificar las explicaciones propuestas o sus hipótesis.

En esta misma dirección Bybee citado por Flick y Lederman (2004) explica que la enseñanza y el aprendizaje basados en la indagación deben integrar tres componentes: 1) habilidades de indagación (lo que deben hacer los estudiantes); 2) el conocimiento acerca de la indagación (lo que se debe comprender de la naturaleza de la indagación), y 3) una aproximación pedagógica para la enseñanza de los contenidos científicos (lo que deben hacer los docentes).

La necesidad de integrar estos tres componentes mencionados ha motivado múltiples trabajos y discusiones sobre el tipo de modelos y estrategias de enseñanza que los docentes deben implementar en el aula. Por ejemplo, el modelo de instrucción conocido como «ciclo de aprendizaje», con base en la indagación se emplea en este proyecto en su versión de 5 etapas propuesto por Bybee (1997). Este modelo se seleccionó para este proyecto porque permite la evaluación formal e informal, ya que permite que el docente pueda observar si sus alumnos tienen una comprensión completa de los conceptos básicos y a partir de esto direccionar el curso hacia el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente, este aspecto se desarrollará a profundidad en el apartado de metodología.

El ciclo de aprendizaje 5E, es un modelo propuesto por Robert Bybee junto a otros colaboradores del *Biological Sciences Curriculum Study*, que tiene como fundamento teórico el constructivismo en indagación y adopta modelos y principios tomados del cambio conceptual de Posner, del constructivismo de Piaget, del desarrollo cognitivo de Bruner y del ciclo de aprendizaje de Atkins y Karplus (Bybee *et al.*, 2006; Tanner, 2010).

Este modelo es definido por Bybee (1997) como "*Un modelo dinámico e interactivo de cómo aprenden los humanos*" que puede ser asistido por secuencias didácticas diseñadas, tomando en cuenta el interés del estudiante por lo que está aprendiendo. También al presentar ejercicios y fenómenos por explicar con su conocimiento y en busca de poner en juego sus concepciones alternativas, se intenta provocar la insatisfacción de la funcionalidad de estas últimas para ser receptivos a nuevas ideas.

Además como indican Catalá, Palacio y Reyes (2021) el modelo le permite al estudiante jugar un papel activo en la construcción de conocimientos, la reformulación conceptual y en la aplicación de lo aprendido en situaciones problemáticas.

Este ciclo consta de cinco pasos: *Engage, Explore, Explain, Elaborate y Evaluate*, traducidos al español como Enganche, Exploración, Explicación, Elaboración y Evaluación. A continuación se describe brevemente en qué consiste cada una de estas etapas con base en lo propuesto por Bybee (1997):

Enganche: Esta etapa busca despertar el interés en el tema a estudiar, se presenta la situación problemática y se identifican las concepciones alternativas del alumno.

Exploración: Es aquí donde el estudiante interactúa y se involucra con la situación, intenta comprenderla y explicarla con sus propios recursos

Explicación: Se introducen términos y conceptos útiles para la resolución, el profesor aclara las dudas de los estudiantes y de ser posible se busca una movilización de las concepciones alternativas. Se pueden enseñar habilidades particulares, ya sea de comunicación, de lenguaje o de modelización.

Elaboración: En este punto los estudiantes aplican sus nuevos conocimientos y habilidades en otros contextos o situaciones, mediante la resolución de ejercicios, problemas o discusiones. Es la parte creativa del proceso, pues lo aprendido y comprendido cobra importancia para ellos, además pueden probar nuevas explicaciones.

Evaluación: Es la etapa final que permite evaluar el progreso de los estudiantes, demostrando su adquisición y comprensión de conocimientos y habilidades, y puede ser tradicional o mediante infografías, folletos, carteles, entre otros.

Para este proyecto de investigación, se realizó una adecuación de este modelo para implementarlo en la construcción de conocimientos básicos de química general II tomando como eje algunos ejemplos de fenómenos relacionados con

farmacocinética. La adecuación del modelo 5E se presenta de forma sintética y visualmente en la figura 2, donde es posible observar que en este proyecto se toma a la evaluación no sólo como último paso, si no como una etapa continua, pues se evalúa durante las otras cuatro etapas del ciclo de aprendizaje.



Figura 2 Adecuación del ciclo de aprendizaje 5E. (Vania Sánchez adaptación propia)

Adicionalmente el modelo de instrucción 5E surge como respuesta a las preguntas de ¿cuáles son las habilidades cognitivas que deben desarrollar los alumnos? y ¿cómo se aplican a la enseñanza de las ciencias?

A este respecto el National Research Council, indican que en la educación científica, los estudiantes pueden desarrollar y aplicar habilidades cognitivas mientras estudian temas y conceptos científicos específicos, algunas de estas habilidades son (National Research Council, 2000; Levy y Murnane, 2004):

- *Adaptabilidad*: Entendiendo a ésta como la capacidad y la voluntad de hacer frente a condiciones inciertas, nuevas y que cambian rápidamente en el trabajo, incluida la respuesta eficaz a emergencias o situaciones de crisis y el aprendizaje de nuevas tareas, tecnologías y procedimientos. La adaptabilidad también incluye el manejo del estrés laboral; adaptándose a diferentes personalidades, estilos de comunicación y culturas (Pulakos, *et al.*, 2000; Houston, 2007).
- *Comunicación asertiva*. Habilidad en el procesamiento e interpretación de información tanto verbal como no verbal de otros para responder apropiadamente, que permita seleccionar piezas clave de una idea compleja para expresarlas en palabras, sonidos e imágenes simples, con el fin de construir una comprensión compartida (Levy y Murnane, 2004). Los comunicadores hábiles además logran resultados positivos con otros a través de la percepción social, la persuasión, la negociación y la instrucción (Peterson *et al.*, 1999).
- *Resolución de problemas no rutinarios*. Es la habilidad de utilizar el pensamiento para examinar una amplia gama de información, reconocer patrones y reducir la información para llegar a un diagnóstico del problema. Ir más allá del diagnóstico a una solución, requiere el conocimiento de cómo la información está vinculada conceptualmente e implica la metacognición: la capacidad de reflexionar sobre si una estrategia de resolución de problemas está funcionando o no y cambiar la estrategia en caso necesario (Levy y Murnane, 2004). Incluye creatividad, al integrar información aparentemente no relacionada, para generar soluciones nuevas e innovadoras, y entretenidas posibilidades que otros pueden pasar por alto (Houston, 2007).
- *Autogestión*. Las habilidades de autogestión incluyen la capacidad de trabajar de forma remota, en equipos virtuales; trabajar de forma autónoma; y ser auto motivador y auto monitoreado. Un aspecto de la autogestión es la voluntad y la capacidad de adquirir nueva información y habilidades relacionadas con el trabajo (Houston, 2007). Lo cual coincide con lo remarcado por Caicedo (2009) sobre la importancia de generar espacios que

contribuyan a la autorregulación, percepción de avance y disfrute del aprendizaje de los estudiantes aprovechando el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que permiten analizar los temas bajo otras perspectivas.

- *Pensamiento sistémico*. La capacidad de comprender cómo funciona un sistema completo, cómo una acción, cambio o mal funcionamiento en una parte del sistema afecta al resto; adoptar una perspectiva de “panorama general” sobre el trabajo (Houston, 2007). Incluye el juicio y la toma de decisiones; análisis y evaluación de sistemas, así como razonamiento abstracto sobre cómo interactúan los diferentes elementos de un proceso de trabajo (Peterson, 1999).

Peterson (1999) sugiere que para lograr el desarrollo de estas habilidades, los materiales del plan de estudios y la instrucción en el aula deben hacer lo siguiente:

1. Construir sobre conceptos, destrezas y habilidades actuales.
2. Usar contextos significativos para desarrollar conceptos, destrezas y habilidades.
3. Hacer que los conceptos, destrezas y habilidades sean resultados de aprendizaje explícitos.

En relación con esta revisión y el modelo de instrucción 5E, Bransford, Brown y Cocking (1999) opinan que: "*es una alternativa a simplemente progresar a través de una serie de ejercicios que en secuencia, mediante la exposición a los estudiante de los principales patrones de un dominio temático*" ya que este modelo permite la construcción de conocimientos y el desarrollo de la habilidad para resolver problemas no rutinarios de formas más innovadoras, como surgen de forma natural en situaciones problemáticas. De igual manera comentan que las actividades se pueden estructurar de modo que los estudiantes sean capaces de explorar, explicar, ampliar y evaluar su progreso. Además permitirá que las ideas se presenten mejor cuando los estudiantes ven una necesidad o una razón para su uso y esto les ayuda a ver usos relevantes del conocimiento para dar sentido a lo que están aprendiendo.

Retomando a Bybee (1997) se menciona que las experiencias de laboratorio tradicionales difieren de las unidades de instrucción integradas en su efectividad para alcanzar las metas de la educación científica y que en muchas ocasiones se presenta una fragmentación de objetivos y enfoques. Presentando a las unidades de instrucción integrativas como posible solución, las cuales son más efectivas que únicamente la investigación de laboratorio o la enseñanza tradicional para mejorar el dominio de la asignatura, desarrollar el razonamiento científico y cultivar el interés de los estudiantes por la ciencia. Además, las unidades de instrucción integrativas parecen ser efectivas para ayudar a diversos grupos de estudiantes a progresar hacia estos tres objetivos.

De acuerdo con Bransford, Brown y Cocking (1999), las unidades de instrucción integrativas entrelazan experiencias de laboratorio con otros tipos de actividades de aprendizaje de ciencias, incluidas conferencias, lecturas y debates, donde los estudiantes participan en la formulación de preguntas de investigación, el diseño y la ejecución de experimentos, la recopilación y análisis de datos y la construcción de argumentos y conclusiones a medida que realizan investigaciones. Además se integran en el ciclo las evaluaciones diagnósticas y formativas (de las cuales se hablará con mayor profundidad a continuación) para medir el desarrollo de la comprensión de los estudiantes y para promover la autorreflexión de su pensamiento.

1.4. Evaluaciones

En el ciclo de aprendizaje, la etapa de evaluación es muy importante y está definida por Popham (1980,1990) como un proceso inherente a toda actividad humana intencional y su objetivo es determinar el valor de algo. La evaluación fundamenta la toma de decisiones y debe responder a las siguientes preguntas: ¿qué se va a evaluar? y ¿con qué instrumento yo puedo documentar lo que se va a evaluar? Esta información debe ser útil para el docente, para el estudiante y para la sociedad o institución en la que se encuentre.

De acuerdo con Martínez Torregrosa (2005) es deseable que la evaluación se convierta en un instrumento de aprendizaje. Para alcanzar ese objetivo, proponen que la evaluación tenga las siguientes características:

- Los estudiantes deben percibir la evaluación como ayuda real, generadora de expectativas positivas.
- Se deben contemplar los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales del aprendizaje de las ciencias. Pues sólo aquello que es evaluado es percibido por los estudiantes como importante.
- La evaluación será continua a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Es importante que los estudiantes tengan la oportunidad de reconocer y valorar sus avances, de rectificar sus ideas y de aceptar sus errores.

En este sentido la evaluación debe considerarse como una herramienta para apoyar, acompañar y facilitar el aprendizaje del estudiante mediante la mirada de otro (un par o un experto) sobre su proceso de aprendizaje.

Para este proyecto se hizo un énfasis en el uso de evaluaciones formativas, las cuales implican un reto para el docente, pues demanda conocimientos sólidos en la disciplina, atención constante a las ideas expresadas por los alumnos, reconocimiento de las dificultades de aprendizaje más comunes y familiaridad con un repertorio de estrategias de enseñanza que respondan a las diversas necesidades de los estudiantes (Atkin, *et al.*, 2005; Furtak *et al.*, 2008).

Además Vicente Talanquer (2015) menciona que el impacto que tiene sobre el aprendizaje de los estudiantes depende de algunas habilidades del docente, como:

- Formular preguntas que hagan visible el nivel de comprensión de los alumnos.
- Reconocer ideas productivas y dificultades conceptuales expresadas por los estudiantes.
- Generar interpretaciones adecuadas sobre el pensamiento de los alumnos.

- Seleccionar estrategias efectivas para resolver los problemas de aprendizaje.

Es decir, se deben poder juzgar las respuestas de los estudiantes más allá de si son correctas o no, para determinar si dichas ideas son un obstáculo o pueden contribuir al desarrollo de aprendizajes significativos (Levin, Hammer y Coffey, 2009; Russ, Coffey, Hammer y Hutchison, 2009; Furtak, 2012).

Dentro de las licenciaturas que se imparten en la Facultad de Química la licenciatura en Química Farmacéutica Biológica presenta en su perfil de egreso que:

"El egresado de la carrera de QFB deberá tener los conocimientos, aptitudes, habilidades y actitudes requeridos para servir a la sociedad como un de laboratorio, la investigación biomédica, la conservación del medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales"
Facultad de Química (2022c),

Además en el perfil de egreso (Facultad de Química, 2022c), se hace alusión a otro tipo de destrezas, cuando se habla de que *"el egresado de la Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica debe ser creativo, innovador, disciplinado y dinámico..."*, de igual forma se alude a la ética profesional, cuando se menciona que el QFB debe *"...ejercer su actividad profesional dentro de un marco de responsabilidad, honestidad, profesionalismo, alto sentido ético y tratar con respeto y calidad humana a los individuos"* lo cual es importante, pues permite generar en el estudiante las ganas de perseguir un bien común, es decir, contribuye a que el profesional entienda que el beneficio es colectivo y social.

Así, una guía para evaluar a un estudiante en formación deberá incluir medidores específicos que evidencian el conocimiento adquirido por el estudiante, y también el nivel de desarrollo y aplicación de las habilidades que serán determinantes en su desempeño para la industria y en su profesión. Desde la perspectiva de los planes y programas de estudios, para evaluar el logro de los estudiantes con respecto a los objetivos de cada asignatura, el profesor documenta el aprendizaje de sus alumnos y establece una calificación, destacando a los exámenes escritos los cuales se aplican con mayor frecuencia.

El modelo de evaluación que se plantea en este trabajo de investigación se presenta en la figura 3 y se toma como base que cada individuo tiene una tendencia innata al desarrollo y a la superación constante por lo que:

1. El individuo quiere aprender, en este sentido hay que validar el interés del estudiante por aprender/ por expresarse/ por indagar. (Carl Rogers, 1951)
2. Es necesaria la “escucha empática” ya que cada individuo tiene distintos procesos de pensamiento.
3. Se debe apoyar al individuo a transitar del conocimiento implícito al explícito, y en este sentido fomentar la metacognición.



Figura 3 Modelo de evaluación (Flor de María Reyes Cárdenas)

Santoveña (2005) menciona que la valoración global debe considerar evaluaciones cuantitativas y cualitativas. En este sentido para generar una evaluación integral se debe:

- Contar con una gama de herramientas de evaluación que sean parte de la estrategia para construir conocimiento.
- Contar con rúbricas, criterios de evaluación y procesos de comunicación para la evaluación.

- La evaluación debe recuperar de forma explícita su lugar continuó en la educación. Es decir que la evaluación debe ocurrir en todo momento en la experiencia educativa.
- El profesor debe acompañar y mejorar estos esquemas de revisión.

Finalmente, Santoveña menciona que el entorno de trabajo en línea tiene particularidades que deben ser atendidas para lograr una buena evaluación.

2. Metodología

Este trabajo de investigación fue diseñado tomando en cuenta todos los problemas de enseñanza y las propuestas educativas referidas anteriormente, para cumplir el objetivo de analizar y documentar la comprensión de conocimientos por parte de los estudiantes acerca de la disolución y el equilibrio químico ácido base en Química General II y su aplicación en ejemplos específicos relacionados con la farmacocinética.

Para esto se diseñaron e implementaron 2 unidades de instrucción integrativas, las cuales abordan los temas de disoluciones y de equilibrio ácido base, unidades conformadas con materiales educativos y evaluaciones de corte cualitativo (diagnósticas, formativas y sumativas) que fueron presentadas y resueltas por los estudiantes.

Los objetivos de las unidades integrativas son:

- Que el alumno comprenda los conocimientos de los temas disolución y equilibrio ácido base de QGII.
- Que el alumno identifique y vincule los conocimientos de QGII que le permiten generar explicaciones iniciales a situaciones específicas de farmacocinética.

2.1 Participantes y contexto de investigación.

Las unidades de instrucción integrativas se implementaron durante el semestre 2022-2 (enero- mayo 2022) con un grupo de estudiantes pertenecientes

a la generación 2022 de la Facultad de Química que se encontraban cursando la teoría de Química General II por primera vez, el cual estaba programado para llevar sus actividades de forma presencial en una sesión de dos horas por semana (Viernes 09:00 - 11:00), sin embargo, se llevó a cabo en línea las primeras cuatro semanas debido al confinamiento por COVID-19.

El grupo estaba integrado por 70 estudiantes de los cuales 19 son hombres y 51 son mujeres, pertenecientes a un grupo de edad de entre 18 y 21 años, con la siguiente distribución con respecto a cada licenciatura: 28 en Química Farmacéutico Biológica, 19 en Ingeniería Química, 14 en Química de Alimentos, 6 en Química y 3 en Ingeniería Química Metalúrgica. Otro punto por remarcar es que el 87.5% de los estudiantes cursaba el Laboratorio de Química General II de manera presencial y el 22.5% virtualmente.

Para asegurar una implementación y tiempos de avance adecuados, las unidades integrativas que incluyen textos, presentaciones, evaluaciones, entre otras, fueron elaboradas y revisadas 15 días previos a su implementación en coordinación con la responsable del proyecto. La UII1. Disoluciones y diluciones, se abordó en cinco sesiones (tres en modalidad en línea y 2 presenciales) que fueron desde el 04 de febrero hasta el 18 de marzo, mientras que los materiales relativos a la UII2. Equilibrio químico ácido base se implementaron en la sesiones 6 a 10 de manera presencial del 22 de abril al 03 de junio.

2.2 Criterios de diseño de las unidades integrativas

Dado que este trabajo tiene como objetivo analizar y documentar la comprensión de conocimientos por parte de los estudiantes acerca de la disolución, dilución y el equilibrio químico ácido base en Química General II y su aplicación en ejemplos específicos relacionados con la farmacocinética, para el diseño de la estrategia didáctica se tomaron en consideración los siguientes puntos:

a) **Análisis y relación de contenidos de QFB con QGII.**

Desde el mes de diciembre del 2021 (previo al inicio del semestre 2022-2), se realizó una minuciosa revisión del plan de estudios de la licenciatura de Química Farmacéutico Biológica y del temario de la asignatura Química General II, con el

propósito de encontrar y establecer la relación de contenidos que existe entre las asignaturas de semestres avanzados de la licenciatura con la asignatura de QGII.

Para realizar este análisis se consultó el plan de estudios de la licenciatura de QFB, tomando en cuenta los contenidos temáticos de cada una de las asignaturas que se abordan desde el tercer semestre y, por supuesto, del temario de la asignatura de interés QGII. Se prosiguió con el análisis comparativo de los contenidos temáticos de cada asignatura y se elaboró una lista de temas que se podían relacionar, acompañados de una justificación de la relación, está tabla se encuentra en el Anexo 1, que a continuación se presenta de manera abreviada. Se presenta también una selección de los temas, marcadas en negritas, que tienen relación con el tema de farmacocinética.

Asignatura	Unidad	Temas	Temas de QGII
Fisiología (0164) Tercer semestre	2-Potencial de membrana y excitabilidad celular	-Equilibrio electroquímico de los iones. -Ecuación de Nernst	-Óxido reducción -Reacción química y electroquímica -Ecuación de Nernst
Farmacología I (1408) Cuarto semestre	3-Farmacocinética	-Absorción de fármacos -Distribución de fármacos -Eliminación de fármacos	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.
Microbiología General (1410) Cuarto semestre	3-Nutrición microbiana	-Obtención de energía redox	Óxido reducción Potenciales de reducción
Bioquímica (1508) Quinto semestre	2- Membranas y transporte	-Transporte transmembranal de solutos	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.
	4-Glucolisis	-Reacciones de la glucolisis	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
	5-Fosforilación oxidativa.	Fosforilación oxidativa.	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
	10.Metabolismo de lípidos	Oxidación de ácidos grasos. Balance energético	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
Toxicología (1614) Sexto semestre	2.La biotransformación de xenobióticos y su toxicología.	Fase I del metabolismo : Oxidación, reducción e hidrólisis	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
	3. Estrés oxidante	Estrés oxidante	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción

Biofarmacia (1706) Séptimo semestre	2-Disolución y absorción gastrointestinal	pKa del fármaco y pH gastrointestinal	Disolución y diluciones. Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.
Bioquímica Clínica (1807) Séptimo semestre	3-Función Renal	Equilibrio ácido base	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.

Tabla 4 Análisis y relación de contenidos.

b) Selección de contenido disciplinar

A partir del análisis de contenidos realizado, se seleccionó el tema de farmacocinética debido a las múltiples materias donde converge y porque al ser QGII una materia de tronco común se requería de un tema de interés general para los estudiantes, siendo fármacos y medicamentos un tema que como mencionan Solbes, Ruiz y Furió (2010) forma parte de los contextos habituales empleados para contextualizar la ciencia que abarcan los ejes relacionados con el medio ambiente, la energía y como en este proyecto, la salud.

Una de las principales ventajas que provee el tema de farmacocinética, es que cada uno de los procesos LADME se relaciona con distintos temas de QGII, cómo es posible visualizar en la tabla siguiente:

Farmacocinética			
Proceso	Asignatura	Temas	Temas de QGII
Liberación	Biofarmacia (1706)	-pKa del fármaco y pH gastrointestinal	Disolución y diluciones. Fuerza relativa de ácidos y bases.
	Fisiología (0164)	-Equilibrio electroquímico. -Ecuación de Nernst	-Reacción química y electroquímica -Ecuación de Nernst
Absorción	Farmacología I (1408)	-Absorción de fármacos	-Equilibrio ácido base en solución acuosa. -Fuerza relativa de ácidos y bases.
	Bioquímica (1508)	-Transporte transmembranal de solutos	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.
	Biofarmacia (1706)	-pKa del fármaco y pH gastrointestinal	Disolución y diluciones. Fuerza relativa de ácidos y bases
Distribución	Fisiología (0164)	-Equilibrio electroquímico. -Ecuación de Nernst	-Reacción química y electroquímica -Ecuación de Nernst
	Farmacología I (1408)	-Distribución de fármacos	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.

	Bioquímica (1508)	-Transporte transmembranal de solutos	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.
Metabolismo	Toxicología (1614)	-Fase I del metabolismo : Oxidación, reducción e hidrólisis	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
Eliminación	Farmacología I (1408)	--Eliminación de fármacos	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.
	Bioquímica (1508)	-Equilibrio ácido base	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.

Tabla 5 Análisis y relación contenido disciplinar y farmacocinética

c) Aspectos de ciencia en contexto

Una de las estrategias educativas más utilizadas para la enseñanza de las ciencias experimentales, en particular de la química, es el empleo de ejemplos contextualizados, basados en aspectos de la vida cotidiana. Ya que de acuerdo con Orlich *et al.* (2012) son un factor de motivación importante para los alumnos, porque perciben así la necesidad de aprender conceptos y temas científicos, en éste caso, los temas del programa de estudios de QGII: expresiones de la concentración, disolución, dilución, equilibrio químico y equilibrio ácido base, para interpretar y comprender aspectos relacionados con su experiencia personal.

Como ya se mencionó, para este proyecto se seleccionó el tema de farmacocinética que es un tema que cumple con el objetivo de contextualizar la ciencia, ya que como indica Aureli Caamaño (2018) relaciona la química con la vida cotidiana de los estudiantes, para hacer ver su interés para sus futuras vidas en los aspectos personal, profesional y social. Los procesos farmacocinéticos se relacionaron con el contenido temático de la asignatura de QGII y se presentan a continuación.

2.3 Unidades integrativas (UII): UII 1. Disoluciones y UII 2. Equilibrio Químico.

Se diseñaron 2 unidades de instrucción integrativas (UII) conformadas por presentaciones, materiales didácticos (MD) y sus respectivos instrumentos de evaluación (IE),

Las UII se implementaron de forma integral y, cada material didáctico, actividad o presentación, se realizó a partir de una primera explicación y modelaje en aula y posteriormente se les pidió a los estudiantes participar en las actividades, reflexionar sobre el tema o resolver los ejercicios planteados dentro de la semana posterior a la sesión.

Los temas correspondientes al temario de QGII abordados en estas unidades integrativas son:

- UII 1: Disoluciones y diluciones
 - ❖ Expresiones de la concentración
 - ❖ Cálculos para la preparación de disoluciones
 - ❖ Cálculos para la preparación de diluciones
 - ❖ Factor y razón de dilución
- UII 2: Equilibrio químico ácido base
 - ❖ Concepto de ácido, base y pH
 - ❖ Compuestos con propiedades ácido base
 - ❖ Disoluciones amortiguadoras

A continuación en la tabla 7 se muestra de forma sintética la secuencia de implementación de las unidades integrativas (1 y 2), así como los MD y los tipos de evaluación asociados a cada uno que conforman cada una.

Calendarización de las actividades - Semestre 2022-2				
Sesión (S) y Fecha	Temas		Materiales	Tipo de evaluación
	QGII	Farmacocinética		
Unidad de Instrucción Integrativa 1 : Disoluciones y diluciones				
S1 04/02	Presentación temario	Introducción	Presentación. Definiciones Fármaco, medicamento, aditivos y farmacocinética Procesos farmacocinéticos: Liberación, absorción, distribución, metabolismo y eliminación	Diagnóstica
S2 11/02	Expresiones de la concentración	Liberación de un fármaco.	Presentación. Explicación Liberación de fármacos y prueba de disolución.	Formativa

	Disoluciones	Pruebas de disolución	Presentación y resolución de ejercicios de naproxeno, expresiones de la concentración y disolución.	
<u>S3</u> 18/02	Diluciones	Dosificación de medicamentos jarabe.	Presentación y resolución problema jarabe para la tos. (Contexto cotidiano) Presentación factor de dilución	Formativa
18/02 - 11/03 Estequiometría*				
<u>S4</u> 11/03	Repaso			Formativa
<u>S5</u> 18/03	Examen			Sumativa
18/03 - 22/04 Equilibrio químico				
Unidad de Instrucción Integrativa 2 : Equilibrio químico ácido base				
<u>S6</u> 22/04	Ácido base Concepto de pH	pH en el organismo	Presentación conceptos generales de ácido base y pH.	-
<u>S7</u> 29/04	Equilibrio Químico Ácido Base	Absorción y distribución de fármacos.	Presentación absorción de fármacos y resolución problema aplicación de la ecuación de Henderson Hasselbalch	Formativa
29/04 - 27/05 Equilibrios de solubilidad y redox				
<u>S8</u> 27/05	Examen			Sumativa
<u>S9</u> 03/06	Cuestionario de opinión			

Tabla 6 Secuencia de enseñanza para la asignatura QGI y su relación con los contenidos abordados en las unidades integrativas.

Los temas abordados en la UII 1 y en la UII 2 se encuentran distantes con respecto a la secuencia temática de la asignatura. Con el fin de presentar el orden de contenidos integral para QGII, marcado en color gris se incluyen los temas revisados en el curso, pero que no forman parte del proyecto. Es importante mencionar que durante la explicación de estos otros temas se revisaron algunos ejemplos contextualizados ambientales o de aplicaciones industriales relacionadas de forma más evidente con el resto de las licenciaturas.

Con el fin de presentar cabalmente las UII, en las figuras 4 a la 8 se muestran las sesiones correspondientes a la UII1 y de la figura 9 a la 12 las que corresponden a la UII2. Estas se presentan por medio de cartas descriptivas elaboradas a manera

de adaptación de la metodología EC-0217 que hace referencia a la Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de las Familias (SNDIF, 2019) y del Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA RURAL).

Se ha elegido utilizar la metodología del EC-0217 porque alude a un conjunto de destrezas, habilidades y conocimientos que favorecen que las sesiones se lleven a cabo de manera estructurada y ordenada. A si mismo de acuerdo con la SNDIF (2019) contribuye a obtener evidencia documental de la planeación y ejecución de las sesiones.

Los apartados que conforman las cartas descriptivas son datos generales (número de sesión, fecha, modalidad y temas que se abordan), objetivos, actividades y contenido (materiales didácticos e instrumentos de evaluación utilizados e implementados durante la sesión) y evidencias (materiales didácticos e instrumentos de evaluación).

Unidad de Instrucción Integrativa 1: Disoluciones y diluciones

Sesión 1 - 04/02/2022	
Tema QGII: Presentación del temario	Tema farmacocinética: Introducción
Modalidad:	En línea
Objetivos	
<p>El estudiante identificará el contenido temático y los conocimientos previos necesarios para desarrollar sus actividades escolares en la asignatura de QGII.</p> <p>Se presentará al estudiante algunos conceptos básicos de disoluciones y farmacocinética</p>	
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE
Bienvenida y presentación del curso	<p>Presentación de power point.</p> <p>Temario, criterios de evaluación y bibliografía.</p> <p>Definiciones Fármaco, medicamento, aditivos y farmacocinética</p> <p>Procesos farmacocinéticos LADME Liberación, absorción, distribución, metabolismo y eliminación</p>
Definiciones farmacocinéticas	
Explicación procesos LADME	
Dudas	Evaluación formativa informal = preguntas al alumno
Evaluación	Evaluación de tipo diagnóstica para el tema de disoluciones
Evidencia de los materiales didácticos	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>FARMACOCINÉTICA</p> <p>La farmacocinética puede definirse como la medida y la interpretación formal de los cambios en el tiempo de la concentración de fármaco en una o más regiones del cuerpo en relación con la dosis.</p> <p>«Lo que el cuerpo hace al fármaco»</p> <p>Definiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fármaco. Toda sustancia natural, sintética o biotecnológica que tenga alguna actividad farmacológica y que se identifique por sus propiedades físicas, químicas o acciones biológicas, que no se presente en forma farmacéutica y que reúna condiciones para ser empleada como medicamento o ingrediente de un medicamento. Aditivo. Toda sustancia que se incluya en la formulación de los medicamentos y que actúe como vehículo, conservador o modificador de algunas de sus características para favorecer su eficacia, seguridad, estabilidad, apariencia o aceptabilidad. Medicamento. Toda sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético que tenga efecto terapéutico, preventivo o rehabilitatorio, que se presente en forma farmacéutica y se identifique como tal por su actividad farmacológica, características físicas, químicas y biológicas. <p><small>Fuentes de consulta: 1. NORMA Oficial Mexicana NOM-073-SSA1-2005, Estabilidad de fármacos y medicamentos. 2. NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SSA1-2009, Que instituye la estructura de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos y sus suplementos, y el procedimiento para su revisión, actualización, edición y difusión. 3. Rang HP, Dale MM, Ritter JG, Flower RJ y Henderson G. Rang y Dale Farmacología. Barcelona: Elsevier. 2012.</small></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>FARMACOCINÉTICA</p> <p>LADME</p> <p>El viaje del fármaco por el organismo.</p> <p>Los procesos farmacocinéticos de absorción, distribución, metabolismo y excreción son a menudo abreviados como ADME y en ocasiones también se toma en cuenta la Liberación.</p> <p>1 LIBERACIÓN Tema: Disolución y expresión de concentraciones</p> <p>2 ABSORCIÓN Tema: Equilibrio Químico Ácido Base</p> <p>3 DISTRIBUCIÓN Tema: Equilibrio Químico Ácido Base</p> <p>4 METABOLISMO Tema: Equilibrio Químico Óxido - Reducción</p> <p>5 EXCRECIÓN Tema: Equilibrio Químico Ácido Base</p> </div> </div>	
Evidencia de los instrumentos de evaluación	
<p>CONCEPTOS TEÓRICOS QGII: ¿Qué es un soluto?/¿Qué es un disolvente?/¿Qué es una disolución?</p> <p>CONCEPTOS FARMACOCINÉTICA: Con tus propias palabras define farmacocinética. / ¿Cuál es la diferencia entre un fármaco y un medicamento?</p>	

Figura 4 Sesión 1 de la UII. Disoluciones y diluciones

UII 1. Disoluciones y diluciones


Sesión 2 - 11/02/2022	
Tema QGII: Expresiones de la concentración y disoluciones	Tema farmacocinética: Liberación de fármacos y pruebas de disolución
Modalidad:	En línea
Objetivos	
Se presentará al estudiante el tema de disoluciones y las distintas formas de expresar la concentración, de manera paralela a el proceso farmacocinético de liberación y pruebas de disolución.	
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE
Explicación disolución	Presentación de power point. Explicación Liberación de un fármaco y pruebas de disolución. Presentación y resolución ejercicio contextualizado de naproxeno, expresiones de la concentración y disolución.
Cálculos para la preparación de disoluciones.	
Explicación proceso de Liberación	
Presentación prueba de disolución y cálculos involucrados	
Resolución de ejercicios	
Dudas	Evaluación formativa informal = preguntas al alumno
Evaluación	Evaluación formativa
Evidencia de los materiales didácticos	
	
Evidencia de los instrumentos de evaluación	
<ul style="list-style-type: none"> • Una tableta contiene 500 mg de paracetamol, el volumen de medio a utilizar para la prueba de disolución es de 800 mL ¿Cuál es la concentración de paracetamol expresada en mg/mL? • Si la densidad de la disolución es de 1.8 g/mL ¿Cómo expresarías la concentración en % masa? 	

Figura 5 Sesión 2 de la UII. Disoluciones y diluciones


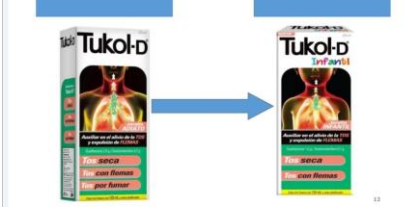

Sesión 3 - 18/02/2022			
Tema QGII: Dilución (Factor y razón de dilución)	Tema farmacocinética: Dosificación de fármacos		
Modalidad:	En línea		
Objetivos			
Se presentará al estudiante el tema de diluciones y de factor de dilución mediante ejemplos específicos relacionados con la dosificación de fármacos que son disoluciones.			
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE		
Explicación dilución	Presentación de power point. Presentación y resolución problema dosificación de un jarabe para la tos. (Contexto cotidiano) Factor y razón de dilución		
Cálculos para la preparación de diluciones.			
Factor y razón de dilución			
Resolución de ejercicios			
Dudas	Evaluación formativa informal = preguntas al alumno		
Evaluación	Evaluación formativa		
Evidencia de los materiales didácticos			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>Problema dilución Son las 03:00 de la mañana y Luis comienza a escuchar a su hija toser, busca en su medicina lo que le recetó el doctor, y se da cuenta de que ya solo dispone de jarabe para la tos para adulto. Como Luis cursó QGII y atendió a su clase de diluciones pretende diluir el jarabe para adulto.</p>  <p>Datos</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> Dosis Adultos: ● Dextrometorfano 0.2 g ● Guaifenesina 2.0 g Volumen: 125 mL </td> <td style="vertical-align: top;"> Dosis Niños: ● Dextrometorfano 0.1 g ● Guaifenesina 1.0 g Volumen: 125 mL </td> </tr> </table>  </div> <div style="width: 48%;"> <p>Calcula el volumen necesario del jarabe de concentración para adulto para preparar 5 mL de dilución cuya concentración sea equivalente a la del jarabe infantil.</p> <p style="text-align: center;">$C1 V1 = C2 V2$</p> <p><small>C1= 2.0 g de Guaifenesina / 125 mL de jarabe C2= 1.0 g de Guaifenesina / 125 mL de jarabe C1= 0.016 g de Guaifenesina/mL de jarabe C2= 0.008 g de Guaifenesina/mL de jarabe V2= 5 mL V1=????????????</small></p> <p style="text-align: center;"><small>$C1 V1 = C2 V2$ $V1 = (C2 V2) / C1$</small></p> <p style="text-align: center;"><small>$0.016 \text{ g/mL} \cdot V1 = 0.008 \text{ g/mL} \cdot 5 \text{ mL}$ $V1 = (0.008 \text{ g/mL} \cdot 5 \text{ mL}) / 0.016 \text{ g/mL}$</small></p> <p style="text-align: center;">RESPUESTA : V1 = 2.5 mL</p> <p>Factor de dilución Como CONSENSO para LQG2 se ha tomado lo siguiente: El factor de dilución (FD) se puede expresar a través de las concentraciones o los volúmenes de la siguiente forma, quedando siempre con un valor superior a 1.</p> <p>$FD = V1/V2$ $FD = C2/C1$ o visto desde las concentraciones</p> <p style="text-align: center;">$C1V1 = C2V2$</p> <p><small>FD = C1/C2 → ¿Por qué? C1 V1 = C2 V2 C1 = (C2 V2) / V1 C1 / C2 = V2/V1</small></p> <p>Ejemplo factor de dilución Ejemplo: Si tomamos 5 mL y los llevamos a 20 mL.</p>  <p style="text-align: center;"><small>Factor de dilución*: $FD = V1/V2 = 20/5 = 4$ Razón de dilución: $5:20 = 1:4 = \frac{1}{4} = 0.25$</small></p> <p><small>a) el FD (Factor de dilución) es 4 porque lo estamos diluyendo 4 veces y b) la Razón de dilución se puede expresar de la siguientes formas: 1/4 , 0.25 o 1:4</small></p> </div> </div>		Dosis Adultos: ● Dextrometorfano 0.2 g ● Guaifenesina 2.0 g Volumen: 125 mL	Dosis Niños: ● Dextrometorfano 0.1 g ● Guaifenesina 1.0 g Volumen: 125 mL
Dosis Adultos: ● Dextrometorfano 0.2 g ● Guaifenesina 2.0 g Volumen: 125 mL	Dosis Niños: ● Dextrometorfano 0.1 g ● Guaifenesina 1.0 g Volumen: 125 mL		
Evidencia de los instrumentos de evaluación			
El doctor le recetó a Ángel tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.20 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 0.70 g/mL ¿Cuál será el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 0.70 g/mL?			

Figura 6 Sesión 3 de la UII. Disoluciones y diluciones.

UII 1. Disoluciones y diluciones

Sesión 4 - 11/03/2022	
Tema QGII: Expresiones de la concentración, disoluciones y diluciones	Tema farmacocinética: Liberación y dosificación de un fármaco.
Modalidad:	Presencial
Objetivos	
Se brindará al estudiante una serie de ejercicios homólogos a los vistos con anterioridad, con el propósito del que los resuelva e identifique sus puntos de mejora antes de la evaluación sumativa.	
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE
Evaluación	Evaluación formativa
Evidencia de los instrumentos de evaluación	
<p>María tiene una enfermedad renal y le recetaron disolver un sobre al día de Cetolan®, el cual contiene 3150 mg de "alfa cetoanálogos de aminoácidos". Si cada sobre de 10g y se disuelve en agua hasta completar 200 mL de disolución. ¿Cuál será la concentración del fármaco en el vaso de agua?</p> <p>Se requiere preparar medio litro de una disolución de HCl con concentración 0.1 mol/L. Calcula el volumen de ácido clorhídrico 5 mol/L, necesario para preparar esa disolución. ¿Cuál es el factor de dilución?</p> <p>El doctor le recetó a María tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.50 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 2.00 g/mL. Calcula el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 2.00 g/mL y a partir de eso responde ¿Cuál es la razón de dilución?</p>	

Figura 7 Sesión 4 de la UII. Disoluciones y diluciones.

Sesión 5 - 18/03/2022	
Tema QGII: Expresiones de la concentración, disoluciones y diluciones	Tema farmacocinética: Liberación y dosificación de un fármaco.
Modalidad:	Presencial
Objetivos	
A partir de ejercicios contextualizados y homólogos a los presentados durante las sesiones previas, se evaluará al estudiante, con el propósito de identificar si logró adquirir los conocimientos esperados.	
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE
Evaluación	Evaluación sumativa
Evidencia de los instrumentos de evaluación	
<p>CONTEXTO: Los centros de mezclas son establecimientos autorizados para la preparación y dispensación de mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas. El médico pide al centro de mezclas del hospital preparar 250 mL de disolución de fenitoína (fármaco anticonvulsivo) en solución salina al 0.25% m/V para administrar de forma intravenosa. Si usted fuera el responsable del centro de mezclas, realice los cálculos correspondientes para:</p> <p>A. Saber cuántos mg de fármaco se requieren para preparar la disolución a partir de fenitoína sólida y solución salina.</p> <p>B. Preparar la disolución a partir de fenitoína 0.1 mol/L y determinar el factor de dilución.</p>	

Figura 8 Sesión 5 de la UII. Disoluciones y diluciones

Unidad de Instrucción Integrativa 2: Equilibrio químico ácido base

Sesión 6 - 22/04/2022	
Tema QGII: Ácido base y concepto de pH	Tema farmacocinética: pH en el organismo y absorción
Modalidad:	Presencial
Objetivos	
Se presentará al estudiante algunos conceptos básicos de equilibrio químico ácido base y en especial, el concepto de pH, mediante ejemplos relacionados con los valores de pH en el organismo.	
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE
Ácido - Bases	Presentación de power point Conceptos generales de ácido base y pH.
pH	
Escala de pH	
pH en el organismo	
Medicamentos gastroresistentes	
Evidencia de los materiales didácticos	
<p>The composite image is divided into four quadrants:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top Left: pH en el organismo - A diagram of a human body with pH values for various organs: OJO/ 7.4, BOCA/ 6.8 - 7.6, ESTÓMAGO/ 1 - 2, INTESTINO DELGADO/ 7.6, INTESTINO GRUESO/ 8.4, ORINA/ 6.9, SANGRE/ 7.2, SUDOR/ 6. Top Right: Fármacos ácidos - A diagram of a human body with pH values for various organs: OJO/ 7.4, BOCA/ 6.8 - 7.6, ESTÓMAGO/ 1 - 2, INTESTINO DELGADO/ 7.6, INTESTINO GRUESO/ 8.4, ORINA/ 6.9, SANGRE/ 7.2, SUDOR/ 6. Above the diagram is a bottle of Aspirin and the text: "Ej: Aspirina (pKa = 3.5)". Bottom Left: TRAS UN PRIMER EVENTO ISQUÉMICO CORONARIO O CEREBROVASCULAR DE: <ul style="list-style-type: none"> • INFARTO DE MIOCARDIO. • ANGIOPLASTIA CORONARIA. • ACCIDENTE CEREBROVASCULAR Below the text are images of Aspirin boxes (ASPIRINA and ASPIRINA PROTECT) and a person holding their chest in pain. Bottom Right: Medicamentos Gastroresistentes - A diagram showing a stomach and intestines. A pill is shown in the stomach, and another pill is shown in the intestines with the text "Mayor vascularización". Below the diagram are images of various pills. 	

Figura 9 Sesión 6 de la UII. Equilibrio químico ácido base.

UII 2. Equilibrio químico ácido base

Sesión 7 - 29/04/2022											
Tema QGII: Equilibrio Químico Ácido Base (Amortiguadores : Ecuación de Henderson-Hasselbalch)	Tema farmacocinética: Absorción y distribución de fármacos										
Modalidad:	En línea										
Objetivos											
Se presentará al estudiante el tema de absorción y distribución de fármacos, a través de la resolución de ejercicios de aplicación de la ecuación de Henderson Hasselbalch.											
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE										
Equilibrio químico ácido base	<p>Presentación de power point.</p> <p>Presentación absorción de fármacos y resolución problema aplicación de la ecuación de Henderson Hasselbalch</p>										
Disoluciones amortiguadoras .											
Ecuación de Henderson-Hasselbalch											
Absorción y distribución											
Resolución de ejercicios											
Evaluación	Evaluación formativa										
Evidencia de los materiales didácticos											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>Ecuación de Henderson-Hasselbalch</p> <p>La ecuación de Henderson-Hasselbalch es una expresión utilizada en química para calcular: el pH de una disolución reguladora, a partir del pKa o el pKb y de las concentraciones de equilibrio del ácido o base y de sus correspondientes base o ácido conjugado.</p> $pH = pKa + \log \left(\frac{[A^-]}{[HA]} \right)$ </div> <div style="width: 48%;"> <p>Absorción de fármacos</p> <ul style="list-style-type: none"> La forma no ionizada suele ser liposoluble (lipofílica) y difunde con facilidad a través de las membranas celulares. La forma ionizada es hidrosoluble (hidrofílica) y está sometida a una alta resistencia eléctrica, por lo que no le resulta fácil atravesar las membranas celulares. <p>Absorbe muy bien LIPOSOLUBLE HIDROSOLUBLE No se absorbe tan fácilmente</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 48%;"> <p>Absorción de fármacos</p> <p>ABSORCIÓN 2</p> <p>Tema: Equilibrio Químico Ácido Base</p> <p>Los fármacos avanzan por el organismo como si fueran alimentos y se van absorbiendo a lo largo del aparato digestivo, en especial en el intestino delgado, debido a sus características fisiológicas que le confieren mayor superficie activa de absorción.</p> <p>Este paso dependerá tanto del estado del intestino del paciente como de las propiedades fisicoquímicas del fármaco (grado de ionización, pH, solubilidad, etc.)</p> <p>Absorción de fármacos</p> <p>La mayoría de los fármacos son ácidos o bases orgánicas débiles que se encuentran en las formas ionizada y no ionizada en un entorno acuoso.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ácidos débiles (pKa)</th> <th>Bases débiles (pKa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AMPICILINA 2,5</td> <td>KANAMICINA 7,2</td> </tr> <tr> <td>ÁCIDO ACETILSALICÍLICO 3,5</td> <td>MORFINA 7,9</td> </tr> <tr> <td>WARFARINA 5,0</td> <td>ADRENALINA 9,7</td> </tr> <tr> <td>CIPROFLOXACINA 6,1</td> <td>ACETAMINOFÉN 9,5</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Dato curioso: Vitamina C</p> <p>Ácido ascórbico.</p> <p>Acidez (pKa): 4.17 (primera), 11.6 (segunda).</p> <p>Absorción de fármacos</p> <p>La proporción de la forma no ionizada presente (y, por lo tanto, la capacidad del fármaco para atravesar membranas) depende del pH del órgano donde se encuentre y del pKa (constante de disociación ácida) del fármaco.</p> <p>El pKa corresponde al pH en el cual las formas ionizada y no ionizada están presentes en concentraciones idénticas.</p> <p>pKa = pH donde [ionizada] = [no ionizada]</p> </div> </div>		Ácidos débiles (pKa)	Bases débiles (pKa)	AMPICILINA 2,5	KANAMICINA 7,2	ÁCIDO ACETILSALICÍLICO 3,5	MORFINA 7,9	WARFARINA 5,0	ADRENALINA 9,7	CIPROFLOXACINA 6,1	ACETAMINOFÉN 9,5
Ácidos débiles (pKa)	Bases débiles (pKa)										
AMPICILINA 2,5	KANAMICINA 7,2										
ÁCIDO ACETILSALICÍLICO 3,5	MORFINA 7,9										
WARFARINA 5,0	ADRENALINA 9,7										
CIPROFLOXACINA 6,1	ACETAMINOFÉN 9,5										
Evidencia de los instrumentos de evaluación											
<p>Retomando el ejercicio revisado en la clase. El naproxeno es un ácido débil con pKa = 5.0, si ahora esté pasa a la sangre (pH =7.4) para ser distribuido ¿Cuál será el porcentaje de especie ionizada y cuál el porcentaje de especie no ionizada?</p> <p>Diga en qué parte del tracto digestivo se absorberá más el ácido acetilsalicílico (pKa de 3.5). Si el pH del estómago es de 1.5 y en el intestino de 6.0</p>											

Figura 10 Sesión 7 de la UII. Equilibrio químico ácido base

UII 2. Equilibrio químico ácido base

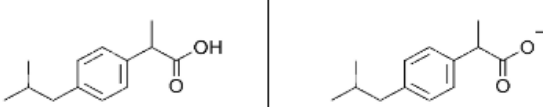
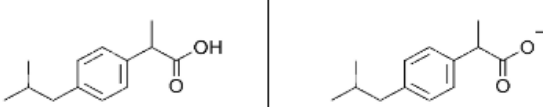
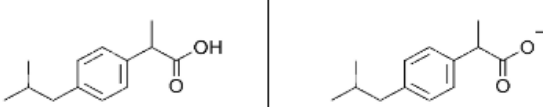
Sesión 8 - 27/05/2022											
Tema QGII: Expresiones de la concentración, disoluciones y diluciones	Tema farmacocinética: Liberación y dosificación de un fármaco.										
Modalidad:	Presencial										
Objetivos											
A partir de ejercicios contextualizados y homólogos a los presentados durante las sesiones previas, se evaluará al estudiante, con el propósito de identificar si logró adquirir los conocimientos esperados.											
ACTIVIDAD	Contenido MD o IE										
Evaluación	Evaluación sumativa										
Evidencia de los instrumentos de evaluación											
<p>3. El ibuprofeno es un ácido débil con un $pK_a = 4.4$ ¿Qué porcentaje se absorberá (especie no ionizada) y que porcentaje no se absorbe en el estómago, si este tiene un $pH = 1.2$?</p>											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">IBUPROFENO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estructura</td> <td>  </td> </tr> <tr> <td>Ionizada / No ionizada</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Se absorbe / No se absorbe</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% en estómago</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		IBUPROFENO		Estructura		Ionizada / No ionizada		Se absorbe / No se absorbe		% en estómago	
IBUPROFENO											
Estructura											
Ionizada / No ionizada											
Se absorbe / No se absorbe											
% en estómago											

Figura 11 Sesión 8 de la UII. Equilibrio químico ácido base

UII 2. Equilibrio químico ácido base

Sesión 9 - 27/05/2022					
Tema QGII: Expresiones de la concentración, disoluciones y diluciones			Tema farmacocinética: Liberación y dosificación de un fármaco.		
Modalidad:		Presencial			
Objetivos					
A partir de preguntas acerca de la perspectiva de los materiales empleados y acerca de la química, se evaluará la utilidad de las unidades integrativas.					
ACTIVIDAD		Contenido MD o IE			
Opinión		Cuestionario de opinión			
Evidencia del cuestionario					
IE.UII2.S9. Cuestionario de opinión sobre la implementación de las UII y la química.					
Acerca del uso de materiales en contexto en las UII					
Pregunta	TD	D	I	A	TA
Los materiales en contexto fueron sencillos de utilizar					
La asesoría del profesor y de la asesora que modeló los ejercicios fue útil					
Recomiendo el uso de materiales en contexto para otro curso					
Trabajaría otro curso con materiales en contexto con agrado.					
Disfrute de la presencia y resolución de los materiales en contexto.					
Actitudes hacia la química					
Este curso de química me parece más agradable que otros cursos					
Los símbolos utilizados en la clase me parecen difíciles de entender					
Me gustaría tener clases de química con mayor frecuencia					
La química sirve para conocer aspectos de nuestra vida cotidiana					
Resuelvo con facilidad los problemas de química					
Me aburro durante las clases de química					
El desarrollo de la química mejora nuestra calidad de vida					
La esperanza de resolver muchos problemas en el área de la salud, está en la química					
La química es una ciencia muy compleja para mi nivel académico					
El lenguaje de la química y sus símbolos son fáciles de entender					
La profesión de químico es poco interesante					
Desearía tener pocas clases de química					
Comprendo los conceptos de química con facilidad.					
Este curso de química es interesante.					
Los conocimientos en química son necesarios en el desarrollo de mi carrera					

Figura 12 Sesión 9 de la UII. Equilibrio químico ácido base.

UII 2. Equilibrio químico ácido base

Cómo es posible observar en las cartas descriptivas presentadas, cada sesión que conforma las distintas UII fue apoyada con los materiales didácticos (MD) e instrumentos de evaluación (IE) que se describirán en este apartado.

Los MD empleados a lo largo de las sesiones son principalmente presentaciones elaboradas en power point e ilustraciones o imágenes, que fueron presentadas y discutidas con los estudiantes durante la sesión correspondiente. Adicionalmente, éstas se compartieron en el aula en la plataforma de Google Classroom, con el propósito de ser de libre consulta para los estudiantes. Estos MD incluían: (a) aspectos teóricos que fueron acompañados mediante explicaciones orales acerca de temas de QGII y su relación con la farmacocinética, (b) la presentación de las situaciones problematizadoras contextualizadas, (c) la evaluación formativa informal mediante discusiones generadas a través de preguntas a los estudiantes y (d) el modelaje del problema contextualizado.

Estos MD que forman parte de éste proyecto, responden a las primeras tres etapas del ciclo de aprendizaje 5E (enganche, exploración y explicación) y los IE a las dos últimas (elaboración y evaluación).

- Enganche. En esta etapa se busca despertar el interés de los estudiantes en el tema a revisar, a partir de la presentación: (a) del tema de QGII, (b) la utilidad de este en un contexto específico y (c) de la situación problematizadora. Las discusiones generadas en el aula alrededor de la situación problematizadora, promueven la interacción e involucramiento de los estudiantes y al mismo tiempo permiten identificar las concepciones alternativas de los mismos.
- Exploración. Los estudiantes utilizan sus recursos y conocimientos a la luz de los contenidos de QGII para comprender y explicar la situación problematizadora. Lo que permite que expresen sus ideas y las pongan en juego.

UII 2. Equilibrio químico ácido base

- Explicación. A partir de las propuestas que brindan los estudiantes para abordar la situación problematizadora, se genera una explicación donde se introducen términos, conceptos y modelos matemáticos, para aclarar las dudas de los estudiantes. Lo que se espera que repercuta en una movilización de las concepciones alternativas.
- Elaboración: La implementación de los IE, permite que los estudiantes apliquen sus nuevos conocimientos y habilidades en otros contextos o situaciones, en este caso, mediante la resolución de ejercicios relacionados con farmacocinética.
- Evaluación: Esta etapa se desarrolló a lo largo de todo el proyecto, mediante evaluaciones de tipo diagnóstico, formativo y sumativo, con las que se logró evaluar el progreso de los estudiantes, demostrando su construcción de conocimientos y habilidades.

2.3.1 Instrumentos de evaluación (IE)

A lo largo de todo el proyecto se implementaron diversos instrumentos de evaluación que incluían tanto preguntas abiertas sobre aspectos teóricos de QGII y de farmacocinética, como ejercicios contextualizados. En estos IE cada estudiante va realizando actividades y resolviendo ejercicios que le permitan aplicar los conocimientos adquiridos de QGII en ejemplos específicos relacionados con la farmacocinética.

Los IE (que se encuentran en el anexo 3) se aplicaron mediante: (a) preguntas a los estudiantes durante las sesiones, (b) por medio de cuestionarios de Google Forms que debían responder dentro de la semana posterior a la sesión y (c) con evaluaciones sumativas formales aplicadas de manera presencial.

En la tablas 8 y 9 se presenta una descripción más detallada de los IE para la UII 1 y UII 2 respectivamente.

<p>UII 1. Disoluciones y diluciones</p>
<p>IE.UII 1.S1= Conceptos básicos de disoluciones y farmacocinética</p>
<p>Contexto: En esta sesión se presenta el MD.UII1.S1 que introduce al curso de la asignatura de QGII y al proyecto que tendrá como eje problematizador ejemplos específicos de farmacocinética.</p> <p>Se implementará mediante un cuestionario en la plataforma de google forms, en el cual se solicitó información relativa a tres rubros:</p> <p>a) conceptos teóricos de disoluciones, b) conceptos básicos de farmacocinética y c) opinión inicial de las unidades integrativas.</p> <p>Entre las preguntas que incluye este instrumento se resaltan las siguientes: <i>¿qué es un soluto?, ¿cuál es la diferencia entre un fármaco y un medicamento? y ¿te resulta útil la relación de contenidos de QGII con otros temas para comprender mejor el tema?</i>, respectivamente para cada rubro.</p> <p>Este IE permite obtener evidencia del punto de partida y las expectativas de los estudiantes con respecto a la implementación de las UII.</p>
<p>IE.UII 1.S1= Disoluciones en la industria farmacéutica</p>
<p>Contexto: En la sesión 2 el MD.UII 1.S2 se explica el tema de disoluciones junto con algunas definiciones básicas para entender el proyecto y unificar el lenguaje de los estudiantes. Se presenta también un enfoque general de los procesos farmacocinéticos (enfaticando el proceso de liberación) para relacionarlo con la prueba de disolución, que es una aplicación a nivel industrial.</p> <p>Este instrumento incluye un problema relacionado con la prueba de disolución, para ser resuelto a partir de los conocimientos y cálculos del tema de disoluciones y expresiones de la concentración, lo cual permite evaluar los mismos. El problema es el siguiente:</p> <p><i>Una tableta contiene 500 mg de paracetamol, el volumen de medio a utilizar para la prueba de disolución es de 800 mL.</i></p> <p>A. <i>¿Cuál es la concentración de paracetamol expresada en mg/mL? Si la densidad de la disolución es de 1.8 g/mL</i></p> <p>B. <i>¿Cómo expresarías la concentración en % masa?</i></p>
<p>IE.UII1.S3= Disoluciones y fármacos en la vida cotidiana</p>
<p>Contexto: En el MD.UII1.S3 los temas de estudio son el proceso de dilución, el factor y la razón de dilución y para farmacocinética, se toma un contexto más liviano y de interés general para todos los estudiantes pertenecientes a las distintas licenciaturas. El tema contextualizador fue la dosificación de fármacos:</p> <p><i>"El doctor le recetó a Ángel tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.20 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 0.70 g/mL ¿Cuál será el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 0.70 g/mL?"</i></p>

IE.UII 1.S4= Disoluciones y diluciones de fármacos.

Contexto: Se presentan a manera de repaso una serie de ejercicios relacionados con los temas de disoluciones y diluciones

El IE.UII 1.S4 contiene un problema de disolución y dos de diluciones, haciendo un énfasis importante en el factor y la razón de dilución. En estos problemas se incluyen algunos fármacos muy comunes, como el caso de un jarabe para la tos y otros menos comunes, como los "alfa cetoanálogos de aminoácidos" para evidenciar que su conocimiento es aplicable hasta para lo que parece más difícil. A continuación se presentan los ejercicios que incluye este IE:

1. *María tiene una enfermedad renal y le recetaron disolver un sobre al día de Cetolan®, el cual contiene 3150 mg de "alfa cetoanálogos de aminoácidos". Si cada sobre es de 10g y se disuelve en agua hasta completar 200 mL de disolución ¿Cuál será la concentración del fármaco en el vaso de agua?*
2. *El doctor le recetó a María tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.50 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 2.00 g/mL. Calcula el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 2.00 g/mL y a partir de eso responde ¿Cuál es la razón de dilución?*

IE.UII1.S5 = Examen disoluciones y diluciones en un contexto profesional

Contexto: Este IE es una evaluación sumativa formal, que se implementará de manera presencial y con la evaluación en formato físico. Esta evaluación pretende resaltar algunas aplicaciones de los temas de expresiones de la concentración, disolución, diluciones y estequiometría. Esto se llevará a cabo mediante un contexto a nivel industrial, presentando así a los estudiantes, un panorama general de las aplicaciones de los conocimientos adquiridos en esta asignatura para sus asignaturas posteriores y para su futuro profesional.

Para evaluar los temas de disolución y diluciones está el ejemplo de un centro de mezclas y la preparación de soluciones inyectables estériles, el problema es el siguiente :

Los centros de mezclas son establecimientos autorizados para la preparación y dispensación de mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas. El médico pide al centro de mezclas del hospital preparar 250 mL de disolución de fenitoína (fármaco anticonvulsivo) en solución salina al 0.25% m/V para administrar de forma intravenosa. Si usted fuera el responsable del centro de mezclas, realice los cálculos correspondientes para:

- *Saber cuántos mg de fármaco se requieren para preparar la disolución a partir de fenitoína sólida y solución salina.*
- *Preparar la disolución a partir de fenitoína 0.1 mol/L*

En este sentido es posible observar que previo a las preguntas se presenta un texto que permite al estudiante relacionar el tema con la aplicación en la industria farmacéutica.

Tabla 7 UII 1. Disoluciones y diluciones.


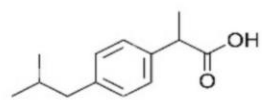
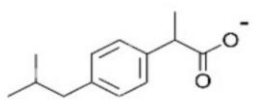
Como se ha mencionado previamente, la UII 1 “Disoluciones y diluciones” y sus respectivos instrumentos de evaluación se implementan en la primera parte del semestre.

En relación con el avance temático del programa de estudio de QGII, continúa el tema “equilibrio químico”. En esta unidad temática se hace énfasis en los conceptos: equilibrio químico, principio de Le Chatelier, constantes de equilibrio, entre otros.

Para continuar con el modelo del aprendizaje en contexto, este tema se relaciona con aplicaciones en la industria química más afines a las otras licenciaturas que se imparten en la Facultad de Química. Si bien para esta unidad temática no se elaboró una UII, muchos de los temas y procedimientos aquí revisados, serán retomados y aplicados en la UII 2. Equilibrio químico ácido base que se muestra a continuación (Tabla 9).

<p>UII 2. Equilibrio químico ácido base</p>
<p>IE.UII2.S7= Absorción y distribución de fármacos en el organismo.</p>
<p>Este IE se implementará después de la revisión de los temas de equilibrio químico ácido base, que incluyen el concepto y la escala de pH, los conceptos de ácido, base y soluciones amortiguadoras. Así como su relación con el tema de los valores del pH en el organismo, medicamentos gastrorresistentes y una aplicación de la ecuación de Henderson-Hasselbalch.</p> <p>Este instrumento permite relacionar el tema de equilibrio químico ácido base, en específico de las soluciones amortiguadoras y la ecuación de Henderson-Hasselbalch, mediante una aplicación de esta ecuación para la industria farmacéutica, que permite calcular con base en el órgano donde se liberará el fármaco, el porcentaje que se absorberá del mismo, para relacionarlo con la biodisponibilidad. El ejercicio es el siguiente:</p> <p>"El naproxeno es un ácido débil con $pK_a = 5.0$, si ahora esté pasa a la sangre ($pH = 7.4$) para ser distribuido ¿Cuál será el porcentaje de especie ionizada y cuál el porcentaje de especie no ionizada? y el otro ejercicio era para comprender la parte conceptual de la relación del pH del órgano y del pK_a del fármaco, dependiendo de si este era un ácido o una base débil, el enunciado es el siguiente "Diga en que parte del tracto digestivo se absorberá más el ácido acetilsalicílico (pK_a de 3.5). Si el pH del estómago es de 1.5 y en el intestino de 6.0"</p>
<p>IE.UII2.S8.= Examen absorción y distribución de fármacos</p>
<p>En este IE se revisa nuevamente una aplicación de la ecuación de Henderson-Hasselbalch, pero en esta ocasión, la pregunta es apoyada de una tabla y de la representación de las moléculas, que permiten entender conceptualmente que estaba pasando con las moléculas de fármaco en nuestro organismo con respecto a los distintos valores de pH de cada órgano. El problema por evaluar es el siguiente :</p>

El ibuprofeno es un ácido débil con $pK_a=4.4$ ¿Qué porcentaje se absorberá y qué porcentaje no se absorbe en el estómago, si este tiene un $pH=1.2$?

IBUPROFENO 		
Estructura		
Ionizada / No ionizada	No ionizada	Ionizada
Se absorbe / No se absorbe	Se absorbe	No se absorbe
% en estómago	99.94%	0.06%

IE.U12.S9. Cuestionario de opinión sobre la implementación de las UII y la química.

Este cuestionario de opinión busca conocer el nivel de aprobación por parte de los estudiantes con respecto a la implementación de las UII y sobre su visión de la química. Este cuestionario fue adaptado del propuesto por Foley (2013) y por Molina (2018) y se evaluara mediante una escala cualitativa que va desde el totalmente de acuerdo (TA) hasta el totalmente en desacuerdo (TD). Este cuestionario incluye enunciados como:

- Los materiales en contexto fueron sencillos de utilizar.
- Recomiendo el uso de materiales en contexto para otro curso
- La química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana.

Tabla 8 Instrumentos de evaluación UII 2. Equilibrio químico ácido base

Estos IE incluyen:

- **Preguntas abiertas sobre aspectos teóricos de QGII y de farmacocinética.**

Los IE incluyen preguntas como: ¿qué es un soluto?, ¿cuál es la diferencia entre un fármaco y un medicamento? , y al ser un estudio de corte cualitativo, estas respuestas se analizarán, a través de cinco pasos que son:

1. Realizar lecturas a profundidad de las respuestas proporcionadas por los estudiantes.
2. Identificar las ideas centrales que sean similares entre sus respuestas.
3. Agrupar las ideas centrales de los estudiantes.
4. Determinar, ejemplificar y cuantificar las categorías generadas
5. Análisis de categorías e implicaciones de enseñanza

- **Ejercicios contextualizados.**

También se incluyen ejercicios contextualizados como: *"El naproxeno es un ácido débil con $pK_a = 5.0$, si ahora esté pasa a la sangre ($pH = 7.4$) para ser distribuido ¿Cuál será el porcentaje de especie ionizada y cuál el porcentaje de especie no ionizada?"*

Para estos ejercicios no se revisaron solamente los resultados, sino que también se toman en consideración los procedimientos empleados por los estudiantes, siguiendo este proceso:

1. Identificar los procedimientos de los estudiantes.
2. Identificar procedimiento similares
3. Identificar errores recurrentes
4. Generar tipos de aproximación
5. Determinar, ejemplificar y cuantificar las categorías generadas
6. Análisis de categorías e implicaciones de enseñanza

Con ello se analizará el grado de comprensión de los conocimientos de QGII ya mencionados y la capacidad del alumno para explicar y dar solución a las situaciones problematizadoras relacionadas con la farmacocinética.

Así mismo se documentará la percepción de los alumnos acerca de la importancia de la asignatura de QGII y de la química en general, mediante preguntas en los diversos materiales educativos y en el cuestionario de opinión al finalizar el proyecto.

3. Resultados y análisis.

Con el fin de conocer el grado en que los estudiantes: a) comprenden los conocimientos de QGII y b) relacionan los contenidos con ejemplos específicos de la farmacocinética, posterior a la implementación de las UII y de coleccionar los IE completados por los estudiantes, se identificaron y analizaron las ideas, respuestas y comentarios de los estudiantes a las diversas actividades.

A continuación se presenta el análisis para cada UII: “Disoluciones y diluciones” y “Equilibrio químico ácido base”.

3.1. UII 1: Disoluciones y diluciones

Para esta UII se recabaron cinco instrumentos de evaluación (IE) cuyos resultados se analizarán en esta sección. Cada IE se nombra de la siguiente forma: “IE. UII#. S# IE seguido de la Unidad de Instrucción Integrativa que corresponde y finalmente S#, que atiende al número de sesión. En la siguiente tabla 9 se concentran los IE que se abordan en la UII1.

Temas		Evaluación	
QGII	Farmacocinética	Tipo	Nombre
Presentación temario	Introducción	Diagnóstica	(IE.UII 1.S1)
Expresiones de la concentración	Liberación de un fármaco. Pruebas de disolución	Formativa	(IE.UII 1. S2)
Disoluciones		Formativa	(IE.UII 1. S3)
Diluciones	Dosificación de medicamentos jarabe.	Formativa	(IE.UII 1. S4)
EXAMEN		Sumativa	(IE.UII 1. S5)

Tabla 9 Contenido de la UII 1. Disoluciones y diluciones.

En los siguientes párrafos se analizan los resultados de cada IE. Es relevante mencionar que el IE.UII 1.S1 se analiza en tres partes y los siguientes IE.UII 1 se constituyen únicamente de una parte.

IE.UII 1.S1 Instrumento de evaluación 1

El IE.UII 1.S1 se implementó el viernes 04 de febrero mediante un cuestionario en la plataforma de google forms, al término de la primera sesión en la que se revisaron por primera vez algunos conceptos teóricos fundamentales del tema de disolución.

El IE.UII 1 se analizó en tres partes que corresponden a la información relativa de: a) conceptos teóricos de disoluciones, b) conceptos básicos de farmacocinética y c) opinión inicial de las unidades de instrucción integrativas.

a) Conceptos teóricos de disoluciones (IE.UII 1.S1-parte 1)

Los estudiantes completaron el cuestionario y después de numerosas lecturas de sus respuestas, se identificaron ideas similares que se agruparon en categorías. A manera de ejemplo del proceso de análisis, se presentan algunas respuestas relacionadas a los conceptos *soluto*, *disolvente* y *disolución* que se agruparon de acuerdo a la idea central identificada en el texto de los estudiantes.

En esta sección se plantearon tres preguntas:

1. ¿Qué es un soluto?

Soluto

Se identificaron cuatro categorías, que se presentan a continuación de la más sintética a la más completa, aunado a ejemplos proporcionados por uno de los estudiantes identificado por el siguiente código IE.UII 1.S1. A1. Es decir se usa el código de identificación de cada instrumento y se finaliza con A# que se refiere al número de lista que tiene el alumno.

- **Componente en menor proporción:**

IE.UII 1.S1. A15: *"Componentes de una disolución que se encuentran en menor proporción"*

IE.UII 1.S1. A1: *"Sustancia que se encuentra en menor cantidad en una disolución"*

- **Componente que se disuelve en un disolvente.**

IE.UII 1.S1. A22: *"Es la sustancia o especie química que va a disolverse o mezclarse con otra"*

- **Componente en menor proporción que se disuelve en un disolvente**
IE.U11 1.S1. A40: *"Es la sustancia que se encuentra en menor proporción en una disolución; está disuelto en el disolvente"*
- **Componente en menor proporción y de interés químico.**
IE.U11 1.S1. A45: *"Sustancia en menor cantidad de una disolución, la cual le da importancia química a la disolución"*

A partir de las respuestas proporcionadas por los estudiantes, es posible visualizar que las dos ideas generales con respecto a que es un soluto son "componente en menor proporción" y "componente que se disuelve en un disolvente", la primera relacionada con la cantidad y proporcionalidad que existe entre las sustancias que coexisten en la disolución, y la segunda haciendo alusión al proceso de disolución como tal. Por otro lado tenemos la idea "componente en menor proporción que se disuelve en un disolvente" que fusiona las dos anteriores y también existen otras respuestas menos comunes y más peculiares como "componente en menor proporción y de interés químico", la que al mencionar el interés químico, nos lleva a intuir que el alumno no se limita a pensar simplemente en la composición y el proceso de la disolución, sino que es capaz de visualizar una aplicación o propósito para estas disoluciones.

2. ¿Qué es un disolvente?

Disolvente

Siguiendo la forma de análisis de la pregunta anterior, para esta pregunta se presentan las siguientes ideas.

- Componente en mayor proporción
IE.U11 1.S1. A63: *"Sustancia que se encuentra en mayor cantidad en una disolución"*
- Donde se disuelve el soluto
IE.U11 1.S1. A34: *"Sustancia que es capaz de disolver un soluto."*
- Componente en mayor proporción donde se disuelve el soluto
IE.U11 1.S1. A50: *"Un disolvente es la sustancia que se encuentra en mayor proporción y que disuelve al soluto en una mezcla."*
- Componente en mayor proporción donde se disuelve el soluto que define el estado de agregación.
IE.U11 1.S1. A37: *"Componente mayoritario de la disolución que determina si está sólido, líquido o gaseoso"*

Al igual que en la pregunta anterior, las respuestas de los estudiantes refieren a la cantidad y proporcionalidad que existe entre las sustancias que conforman la disolución y al proceso de disolución. Así mismo presentan respuestas que son la unión de las dos ideas generales, y en este caso también nos encontramos con respuestas que salen de la norma, ya que cuando el A37 menciona que el disolvente es un "*Componente mayoritario de la disolución que determina si está sólido, líquido o gaseoso*" habla sobre el estado de agregación de las disoluciones y el papel que juega el disolvente al momento de establecerlo.

3.¿ Qué es una disolución?

Disolución

De acuerdo a lo mencionado, para la pregunta *¿qué es una disolución?*, se identifican las tres siguientes categorías, el nivel de complejidad de las respuestas va aumentando de arriba hacia abajo.

- Unión de solutos y disolventes
IE.UII 1.S1. A10: "*soluto(s) + solvente*"
- Mezcla homogénea de dos o más sustancias (solutos y disolventes) IE.UII 1.S1. A69: "*Es una mezcla homogénea de varias sustancias y está compuesta por un soluto y un disolvente*"
- Mezcla homogénea de dos o más sustancias (solutos y disolventes) que no reaccionan entre sí.
IE.UII 1.S1. A68: "*Una mezcla homogénea de dos o más sustancias que no reaccionan entre sí, cuyos componentes pueden variar estar o no, en cantidades distintas*"

En este caso todas las respuestas giran en torno de una idea general que es "unión de solutos y disolventes", además la mayoría de los estudiantes mencionan que es "una mezcla homogénea" lo cual empata con las definiciones que se encuentran de forma general en los libros de texto donde se abordan estos temas.

Resaltando que algunos estudiantes, agregan a la definición que los componentes de la disolución "no reaccionan entre sí", evidenciando así que reconocen la diferencia entre una mezcla y una reacción química.

Una vez conformadas las categorías de respuestas para cada una de las preguntas que se abordan en esta primera parte del IE.U11 1.S1, se realizó el análisis y la cantidad de incidencias de cada categoría se presenta a continuación:

¿Qué es un soluto?	¿Qué es un disolvente?	¿Qué es una disolución?
74.3% Componente en menor proporción.	62.9% Componente en mayor proporción	1.4% Solutos y disolventes
4.3% Se disuelve en un disolvente.	7.1% Donde se disuelve el soluto	91.4% Mezcla homogénea de dos o más sustancias (solutos y disolventes)
18.6% Componente en menor proporción que se disuelve en un disolvente.	20.0% Componente en mayor proporción donde se disuelve el soluto	7.2% Mezcla homogénea de dos o más sustancias (solutos y disolventes) que no reaccionan entre sí.
2.8% Componente en menor proporción que se disuelve en un disolvente y de interés químico.	10.0% Componente en mayor proporción donde se disuelve el soluto que define el estado de agregación.	

Tabla 10 Ideas centrales que engloban las respuestas de los estudiantes para los temas de disolución.

Cómo es posible observar para esta sección, resalta que las respuestas de todas las preguntas son congruentes con lo que indica la teoría y lo presentado a los estudiantes de forma introductoria en la clase, destacando que algunos estudiantes brindaron respuestas más amplias y enriquecidas que lo que presentan la mayoría, puesto que abarcan más criterios que la definición textual, evidenciando así que más allá de la memorización, estos estudiantes comprenden el tema desde un punto de vista químico.

Por ejemplo cuando al definir al soluto, el A45 menciona que "...es la sustancia de interés químico", o cuando para definir disolvente, el A36 indica que "...define el estado de agregación de la disolución" y cuando en la definición de disolución el A68 menciona de manera adicional que los componentes de la disolución "...no reaccionan entre sí".

b) Conceptos básicos de farmacocinética (IE.UII 1.S1-parte 2)

Con respecto a los conceptos básicos de farmacocinética se solicitó a los estudiantes qué respondieran dos preguntas :

1. Con tus propias palabras define farmacocinética.

En esta primera pregunta se solicitaba brindar un definición del término farmacocinética, haciendo un énfasis especial en que esta definición sea "con sus propias palabras", con el propósito de que los estudiantes no consulten las definiciones en algún libro o en internet. Estas respuestas fueron agrupadas en los siguientes enunciados formulados a partir de la lectura y análisis de ellas:

- **Estudio/Ciencia/Rama que revisa las etapas/procesos que le hace el cuerpo al fármaco, así como los cambios de concentración con respecto al tiempo.**

IE.UII 1.S1.A27: *“Estudia y analiza el procedimiento, los cambios de concentración y el tiempo que tarda un fármaco en pasar por todo el cuerpo.”*

IE.UII 1.S1. A4: *“Rama que estudia los procesos a los que un fármaco es sometido a través de su paso por el organismo.”*

- **Acción del fármaco en el cuerpo**

IE.UII 1.S1.A67: *“Cómo actúa el fármaco en el organismo”*

IE.UII 1.S1.A61: *“Estudia la reacción de un fármaco dentro del organismo”*

- **Elaboración/Estudio/Comportamiento/Composición de los fármacos**

IE.UII 1.S1.A67: *“El movimiento de un fármaco”*

IE.UII 1.S1.A55: *“Entiendo que estudia los fármacos y los procesos que se requieren para elaborarlo así como su función en el organismo”*

Estas categorías tuvieron la siguiente incidencia:

Definición de farmacocinética
74.3% Estudio/Ciencia que revisa las etapas/procesos que le hace el cuerpo al fármaco, así como los cambios de concentración con respecto al tiempo.
20.0% Acción del fármaco en el cuerpo
5.7% Elaboración/Estudio/Comportamiento/Composición de los fármacos

Tabla 11 Ideas centrales que engloban las respuestas de los estudiantes para la definición de farmacocinética.

A partir del análisis realizado se pudo observar que el 74.3% de los estudiantes tienen la capacidad de definirla de forma adecuada, pues indican que es un estudio o una ciencia la cual revisa o estudia las etapas o procesos que le hace el cuerpo al fármaco. Además mencionan los cambios de concentración del fármaco con respecto al tiempo. Esto resulta interesante puesto que éste era un concepto relativamente nuevo para ellos.

De igual forma es posible observar que una quinta parte del grupo invierte la respuesta, en lugar de poner la acción que le hace el cuerpo al fármaco, mencionan que es la acción del fármaco en el cuerpo. Y otro porcentaje menor del grupo aluden a otras ideas que no son correctas, como por ejemplo "*elaboración de fármacos*" (A55), las cuales, a pesar de que no son correctas, permiten observar que todos los estudiantes utilizan el primer vocablo "fármaco" y si bien no comprenden totalmente que significa farmacocinética, lo asocian a este término.

2. ¿Cuál es la diferencia entre un fármaco y un medicamento?

Posteriormente se solicitó a los estudiantes plantear la diferencia entre un fármaco y un medicamento, nuevamente las respuestas se agruparon en los siguientes enunciados formulados a partir de varias respuestas:

- **El fármaco es el principio activo, un medicamento es la mezcla de uno o más fármacos con aditivos (excipientes, colorantes, etc.)**

IE.UII 1.S1. A29: "*El fármaco es el principio activo, es decir, la sustancia que tiene la capacidad para proporcionar una actividad farmacológica. Mientras que el medicamento, además de incluir al fármaco, igual tendrá el vehículo o aditivo que ayudará al transporte y a la conservación de la sustancia.*"

IE.UII 1.S1. A20: "*Alguna sustancia con ciertas propiedades farmacológicas que le permiten adicionarse en un medicamento, éste es cuando se presenta ya una forma farmacéutica*"

IE.UII 1.S1. A13: "*Un fármaco es un componente activo y un medicamento es la presentación que incluye el componente activo más los demás componentes a utilizarse para estar completo*".

- **El fármaco es el principio activo, un medicamento la mezcla de fármacos**

IE.UII 1.S1. A32: *“el fármaco tiene solo un principio activo, el medicamento es la combinación de varios principios activos”*

IE.UII 1.S1. A56: *“El medicamento es la combinación de distintos fármacos, y este se centra en un problema o necesidad específica.”*

- **Fármaco es mezcla de medicamentos y el medicamento es para curar**

IE.UII 1.S1. A63: *“Los medicamentos tienen propiedades medicinales, los fármacos no”*

Los porcentajes asociados a cada categoría son:

54.3% El fármaco es el principio activo, un medicamento es la mezcla de uno o más fármacos con aditivos (excipientes, colorantes, etc.)
40.0% El fármaco es el principio activo, un medicamento la mezcla de fármacos
5.7% Fármaco es mezcla de medicamentos y el medicamento es para curar

Tabla 12 Ideas centrales que engloban las respuestas de los estudiantes para la definición de farmacocinética.

Es posible observar que el 54% de los estudiantes reconocen la diferencia entre un fármaco y un medicamento de forma clara e incluso algunos estudiantes presentan textos donde interrelacionan los conceptos de farmacocinética con conceptos químicos. Un ejemplo de lo anterior se observa en la definición del A29 que dice: *“El fármaco es el principio activo, es decir, la sustancia que tiene la capacidad para proporcionar una actividad farmacológica... ”* ya que emplea términos como *“sustancia”*.

Un 40% de los estudiantes tiene una idea general, pero deja de lado al resto de los componentes de un medicamento y el 6% considera que no hay diferencia o no entienden en qué consiste tal división.

c) Opinión inicial de las unidades de instrucción integrativas (IE.UII 1.S1-parte

En una tercera parte se preguntó a los alumnos su opinión acerca de estas actividades, después de la primera sesión donde se implementaron los materiales de la UII 1, mediante dos preguntas:

1. ¿Te resulta útil la relación de contenidos de QGII con otros temas para comprender mejor el tema?

En esta pregunta el alumno debe seleccionar alguna de estas 5 opciones; muy útiles, útiles, indiferentes, inútiles o muy inútiles. Obteniendo así que el 90% consideran muy útiles (61.4%) o útiles (28.6%) estos ejercicios para su formación. Por otro lado, a un 10% de los alumnos estos ejercicios les son indiferentes (6%), inútiles (1.5%) o muy inútiles (2.5%).

2. ¿Qué opinas respecto de los ejercicios de farmacocinética que se han revisado en clase?"

Esta segunda pregunta fue abierta, permitiendo así que los estudiantes expresarán ampliamente su opinión que se muestran a continuación:

IE.UII 1.S1. A2: *"Son muy interesantes y ayudan a dar relación y objetividad del temario con cosas más técnicas que utilizaremos a futuro en nuestras carreras."*

IE.UII 1.S1. A52: *"Están interesantes, siento que es una base de mucha ayuda para ver la perspectiva de estos campos y su importancia que tiene con la química general que estamos llevando en este semestre y así en un futuro poder relacionarla, y tener una visión más amplia de la química y sus derivados".*

IE.UII 1.S1. A23: *"Los considero interesantes y con cierto nivel de curiosidad, aunque me gustaría que algunos problemas también fueran enfocados en otros temas de otras carreras, como aplicados en alimentos, entre otros."*

IE.UII 1.S1. A10: *"Personalmente no me interesa mucho esa área y realmente preferiría no nos adentramos demasiado en esta."*

IE.UII 1.S1. A24: *"Como estudiante de QFB me parecen interesantes, pero desconozco si a mis compañeros de otras carreras les sea igual, así que*

sugeriría explorar ejercicios que abarquen otras áreas en las que estén implicadas las carreras de la FQ”

Estas respuestas se vincularon con la respuesta anterior de los estudiantes respecto a la utilidad que percibieron de los ejercicios en contexto e información presentada en la primera sesión. Con lo que se visualiza que los estudiantes que consideran muy útiles o útiles estos ejercicios para su formación hacen referencia a la motivación, beneficio y perspectiva que estos les brindan.

Mientras que la principal razón, por la cual a algunos estudiantes les parecen indiferentes, inútiles o muy inútiles, es por el desinterés en el área de farmacología, pero mostrando un deseo por la inclusión de ejercicios relacionados a otras licenciaturas. Esta última solicitud nos permitió adaptar los ejercicios posteriores y confirmar que este tipo de ejercicios contextualizados son de interés para el estudiante.

IE.UII 1.S2 Instrumento de evaluación 2

Una semana después, durante la sesión 2 se presentó el MD.UII 1.S2 en éste se explicó el tema de disoluciones junto con algunas definiciones básicas para entender el proyecto y unificar el lenguaje de los estudiantes. Así mismo, se presentó un enfoque general de los procesos farmacocinéticos, enfatizando en el proceso de liberación, para presentar una aplicación a nivel industrial, la prueba de disolución, que es empleada en laboratorios de desarrollo y control de calidad de la industria farmacéutica.

Posteriormente en el IE.UII 1. S2 se solicitó a los estudiantes la resolución de un ejercicio relacionado tanto con los conceptos de soluto, disolvente y disolución como con la farmacocinética, el problema era el siguiente:

"Una tableta contiene 500 mg de paracetamol, el volumen de medio a utilizar para la prueba de disolución es de 800 mL.

- a) ¿Cuál es la concentración de paracetamol expresada en mg/mL?
- b) Si la densidad de la disolución es de 1.8 g/mL ¿Cómo expresarías la concentración en porcentaje masa/masa?

En este problema los estudiantes debían calcular la concentración y expresarla con las unidades correspondientes, la respuesta esperada para este ejercicio era 0.625 mg fármaco / mL disolución, donde el 85% de los estudiantes consiguieron llegar al resultado numérico correcto, sin embargo, en este punto se evidencia el problema de manejo de unidades, donde el 5.7% de los estudiantes no incluye ninguna unidad para acompañar su respuesta numérica. Y solamente el 12.8% de los estudiantes especifica que los miligramos de soluto corresponden a miligramos de fármaco, mientras que los mililitros son de la disolución.

Lo anterior resulta preocupante pues como menciona Celia Coto (2012), las unidades matemáticas permiten entender la importancia y el significado de los resultados. En la tabla siguiente se presentan las unidades empleadas por los estudiantes.

67.2%	0.625 mg/mL
12.8%	0.625 mg fármaco / mL disolución
5.7%	0.625
14.3%	Otros (0.42 mg/mL, 500/800mg, 0.004,...)

Tabla 13 Respuesta numérica y con unidades.

Con el propósito de complementar y enriquecer el primer problema se generó después una pregunta para evaluar las distintas formas de expresar la concentración, donde se proporcionaba la densidad de la disolución, que para la disolución de este problema era de 1.8 g/mL y luego se preguntaba "*¿Cómo expresarías la concentración en porcentaje masa/masa?*"

Es decir los estudiantes debían transformar la concentración de mg de fármaco / mL de disolución a porcentaje masa/masa. En este problema 49% de los estudiantes respondieron de manera correcta, el 28% de forma errónea y 23% no contestó la pregunta, aludiendo a qué no sabían cómo abordar esta conversión.

A partir de los resultados observados para este problema contextualizado, se evidencia que estos ejercicios son un reto para ellos, ya que, como se pudo observar en el IE.UII 1. S1 el grado de comprensión de los conceptos teóricos de química

general II sobre los conceptos básicos del tema de disoluciones, es adecuado, ya que el 100% de los estudiantes genera un texto congruente con la ciencia y con lo reportado en clase. Sin embargo la aplicación de estos conceptos en la resolución de ejercicios que contienen ejemplos de farmacocinética para modelar los conceptos de disoluciones refleja un manejo insuficiente de la parte conceptual y matemática.

Otro punto para destacar en el desarrollo e implementación de este problema es que se incluyen imágenes de medicamentos conocidos por los estudiantes, generando así un sentido de pertenencia y familiarización con los ejercicios. En este caso una presentación de acetaminofén, también conocido como paracetamol.



Tabla 14 Tylenon

IE.UII 1.S3 Instrumento de evaluación 3

En la cuarta sesión, que se llevó a cabo el día 18 de febrero, se revisó el proceso de dilución, el factor y la razón de dilución; y para farmacocinética, se tomó un contexto más liviano y de interés general para todos los estudiantes pertenecientes a las distintas licenciaturas. Ya que en cuestionarios anteriores mencionaron que los ejercicios eran útiles pero no eran de su interés debido al desconocimiento del área farmacéutica, el tema contextualizador fue la dosificación de fármacos, el ejercicio a resolver es el siguiente:

"El doctor le recetó a Ángel tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.20 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 0.70 g/mL
¿Cuál será el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 0.70 g/mL?"

En este ejercicio los estudiantes debían calcular el volumen del jarabe de farmacia con mayor concentración que igualará la concentración de fármaco presente en 10 mL del jarabe menos concentrado, esto lo podían hacer a través de la ecuación $V_1(C_1) = V_2(C_2)$ o con el uso de factores unitarios. La respuesta esperada para este ejercicio era 2.85 mL de jarabe.

Este cuestionario fue resuelto por 67 estudiantes, de los cuales 65 brindaron el resultado numérico correcto. De la misma manera que el IE.UII 1.S2, este IE da cuenta del problema de manejo de unidades. Pero a diferencia del IE anterior donde el 5.7% de los estudiantes no incluían unidades, en este ejercicio ningún estudiante omitió usar las unidades, como es posible observar en la tabla 14.

86.6%	2.85 mL
10.4%	2.85 mL de jarabe
0.0%	2.85
3.0%	Otros (0.29 mL de jarabe y 3.24 mL de jarabe)

Tabla 15 Respuestas numéricas y con unidades al ejercicio 1 del IE.UII 1.S3

Esta mejora en el dominio de conocimientos y habilidades para la resolución de este tipo de ejercicios, podrían ser consecuencia de: (a) la revisión del tema de estequiometría, (b) el énfasis en la enseñanza de la importancia uso de unidades, y en especificar la unidad y la sustancia referida; y (c) en el aprendizaje por la práctica continua de estos ejercicios en los IE y series.

IE.UII 1.S4 Instrumento de evaluación 4

Del 18 de febrero al 11 de marzo, se abordó el tema de estequiometría recordando que durante la explicación de estos otros temas se revisaron algunos ejemplos de aplicaciones industriales relacionadas con el resto de las licenciaturas.

Después de la revisión del tema de estequiometría, se presentó a manera de repaso de lo revisado hasta ese momento, una serie de ejercicios homólogos para esclarecer dudas antes de la evaluación sumativa que se realizaría la sesión siguiente.

El IE.UII 1.S4 contiene un problema de disolución y dos de diluciones, haciendo un énfasis importante en el factor y la razón de dilución. En estos ejercicios se incluyen fármacos algunos muy comunes como el caso de un jarabe para la tos y otros menos comunes, como los "alfa cetoanálogos de aminoácidos" para evidenciar que su conocimiento es aplicable hasta para lo que parece más difícil. A continuación se presentan los ejercicios que incluye este IE:

María tiene una enfermedad renal y le recetaron disolver un sobre al día de Cetolan®, el cual contiene 3150 mg de "alfa cetoanálogos de aminoácidos". Si cada sobre es de 10g y se disuelve en agua hasta completar 200 mL de disolución ¿Cuál será la concentración del fármaco en el vaso de agua?

Este problema cumple con dos funciones, por un lado, evaluar el tema de disolución y expresiones de la concentración, y por otro, al presentar la cantidad de fármaco (3150 mg de alfa cetoanálogos de aminoácidos) y de medicamento (10g de polvo para disolver), se evaluará que los estudiantes puedan distinguir entre un fármaco y un medicamento, lo cual ya se plasmó de forma teórica en el IE. UII1. S1, pero en este caso será en un ejemplo práctico. Los resultados son los siguientes:

68.2%	15.75 mg de alfa cetoanálogos de aminoácidos / mL de disolución
4.5%	50 mg de Cetolan® / mL de disolución
18.2%	0.1575 g de alfa cetoanálogos de aminoácidos /mL de disolución
9.1%	5 g de Cetolan® / mL de disolución

Tabla 16 Respuestas numéricas y con unidades al ejercicio 1 del IE.UII 1.S4

Se obtuvo que el 68.2% de los estudiantes respondieron de manera correcta, es decir los cálculos para la concentración de la disolución y la identificación del fármaco, son correctos. Mientras que el 18.2% de los estudiantes tienen una respuesta equivocada debido al uso inadecuado de los decimales, pero si logran identificar al fármaco. Por otro lado se encuentra el 4.5% de los estudiantes que no lograron identificar la diferencia entre el fármaco y el medicamento pero tienen un cálculo de concentración de medicamento adecuado y el 9.1% que no identifican al fármaco y tienen un cálculo incorrecto.

El segundo problema con el que se trabajó es el siguiente :

El doctor le recetó a María tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.50 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 2.00 g/mL. Calcula el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 2.00 g/mL y a partir de eso responde ¿Cuál es la razón de dilución?

En este ejercicio además de evaluar el proceso de dilución, se estudia la diferencia entre el factor de dilución y la razón de dilución, para la cual los resultados obtenidos son:

61%	0.25
27%	4
12%	2.5

Tabla 17 Razón de dilución

En este caso el 61% de las respuestas son correctas, mientras que el 27% responde de forma equivocada por confundir el factor de dilución con la razón de dilución, concepto del cual ya se había hablado en la clase múltiples veces.

En estos ejercicios se incluyeron fármacos menos comunes, para evidenciar que su conocimiento es aplicable hasta para lo que parece más difícil. A manera de ejemplo se presenta el siguiente enunciado que forma parte de un problema "María tiene una enfermedad renal y le recetaron disolver un sobre al día de Cetolan®, el cual contiene 3150 mg de "alfa cetoanálogos de aminoácidos". Además es posible observar que en ambos ejercicios de este IE, se destaca la problemática de falta de dominio de aspectos matemáticos y de la razón de dilución.

IE.UII 1.S5 Instrumento de evaluación 5

En la semana 7 se realizó la evaluación sumativa, que fue diseñada para resaltar las aplicaciones en la industria y en la ciencia de los temas de QGII, proporcionando un contexto previo a los ejercicios de aplicación de QFB y de las otras licenciaturas, al presentar de manera previa a las preguntas un texto que permite al estudiante relacionar el tema a evaluar con la aplicación en la industria.

El problema empleado para evaluar la parte de fármacos y el contenido temático revisado se muestra a continuación, este incluía dos incisos, uno se enfoca

en disoluciones y expresiones de la concentración, mientras que el otro tenía como propósito dar cuenta del tema de dilución y el factor de dilución.

CONTEXTO: Los centros de mezclas son establecimientos autorizados para la preparación y dispensación de mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas. El médico pide al centro de mezclas del hospital preparar 250 mL de disolución de fenitoína (fármaco anticonvulsivo) en solución salina al 0.25% m/V para administrar de forma intravenosa. Si usted fuera el responsable del centro de mezclas, realice los cálculos correspondientes para:

- Saber cuántos mg de fármaco se requieren para preparar la disolución a partir de fenitoína sólida y solución salina.
- Preparar la disolución a partir de una disolución de fenitoína 0.1 mol/L y determinar cuál es el factor de dilución.

Las respuestas que se esperaban eran, para el inciso a 625 mg de fenitoína y para el b el factor de dilución de 10, los resultados obtenidos son los siguientes; el 29.8% de los estudiantes contestaron de manera adecuada ambos incisos, 23.0% no pudieron resolver ninguno y el 47.2% restante contestó de forma correcta solo el primer inciso. Algunos de los principales problemas que se identificaron son:

1. Conversión de gramos a miligramos: Este fue de los errores con mayor repitencia en los procedimientos de los estudiantes, entre los errores se encuentra: (a) la confusión al utilizar 100 mg/g en lugar de 1000 mg/g, (b) el uso del factor de forma inversa y (c) algunos más graves como el que se puede observar en la figura 14, donde el A57, emplea para la conversión 1 mg/1000 g.

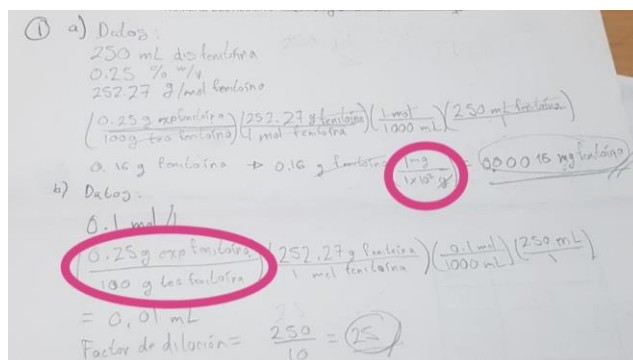


Figura 13 Ejemplo de problema de conversión de unidades A57.

Estos errores puede ser una simple confusión óptica o incluso una falta de atención, pero deja en evidencia que el estudiante separa la parte matemática de la química, cuando deben de trabajarse en conjunto y realizando las operaciones y cálculos matemáticos necesarios para llegar al valor numérico, siempre desde el punto de vista de la química.

Estos problemas relacionados con el manejo de unidades de medida y factores unitarios pueden ser derivados de la pandemia ya que son temas que se abordan a profundidad en bachillerato y en asignaturas de primer semestre como álgebra, física y química general I.

2. Falta de capacidad para discernir los datos se deben utilizar y cuáles no para cada inciso: Este fue otro de los errores identificados, ya que la parte del problema dicta que "El médico pide al centro de mezclas del hospital preparar 250 mL de disolución de fenitoína (fármaco anticonvulsivo) en solución salina al 0.25% m/v para administrar", en este enunciado causó confusión el % m/v que tenía relevancia en el primer inciso "a) saber cuántos mg de fármaco se requieren para preparar la disolución a partir de fenitoína sólida y solución salina", pero que debía ser transformado primero a mol/L para responder el inciso b) "Preparar la disolución a partir de una disolución de fenitoína 0.1 mol/L y determinar cuál es el factor de dilución". En el siguiente ejemplo se observa que el estudiante hace uso directo de la concentración expresada en %m/v.

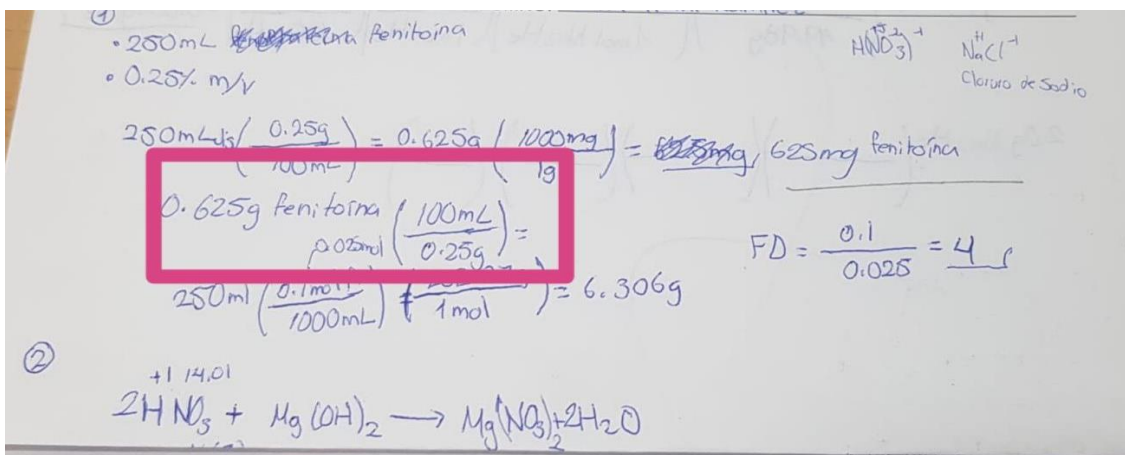


Figura 14 Ejemplo 1 del problema de discernimiento de datos A58.

3. El 50% de los estudiantes no supieron resolver el inciso b. Esto puede deberse a la redacción de este, ya que las respuestas de los estudiantes apuntan a que no comprendieron que se trataba de dos ejercicios distintos. Es decir que se requería de dos procedimientos distintos para preparar disoluciones: el del primer inciso a partir del soluto sólido y el disolvente, mientras que el segundo mediante la dilución de una disolución más concentrada. En el siguiente ejemplo, se visualiza que se toma como el A48 toma como punto de partida el resultado del inciso anterior

Ejercicio 1.

a) $\% m/v = \frac{\text{g soluto}}{\text{mL disolución}} \times 100$

$$\frac{\text{g soluto}}{250 \text{ mL dis}} \times 100 = 0.25 \%$$

$$\frac{\text{g soluto}}{250 \text{ mL dis}} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$\text{g soluto} = (2.5 \times 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{mL}}) (250 \text{ mL dis})$$

$$\text{g soluto} = 0.625 \text{ g} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 625 \text{ mg fármaco (fenitoína)}$$

b) Datos

Masa molar fenitoína = $252.27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$C_f = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

$V = 250 \text{ mL disolución}$

$$\frac{0.1 \text{ mol fenitoína}}{1000 \text{ mL dis}} \times \frac{252.27 \text{ g}}{1 \text{ mol fenó}} \times 250 \text{ mL dis} = 6.30675 \text{ g f}$$

Figura 15 Ejemplo 2 del problema de discernimiento de datos A48

Por otro lado, es importante decir que es grato observar que no les causa conflicto el incluir un fármaco, lo que apoya al objetivo de que apliquen lo visto en clase en cualquier situación. Otro aspecto importante para considerar es que esta evaluación fue de las primeras que realizaron los estudiantes de forma presencial después de dos años de educación en línea. Esto puede ser una primera explicación del bajo nivel de desempeño en el grupo, ya que estos resultados de la parte de farmacocinética se relacionan con el bajo índice de aprobación (20%) de la evaluación total.

Con el propósito de poder atribuir el bajo rendimiento a la modalidad y no a la comprensión de los ejercicios, se realizó una repetición con ejercicios homólogos en la siguiente sesión mediante un cuestionario en línea.

CONTEXTO: Los centros de mezclas son establecimientos autorizados para la preparación y dispensación de mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas. El médico pide al centro de mezclas del hospital preparar 500 mL de disolución de fenitoína (fármaco anticonvulsivo) en solución salina al 0.25% m/V para administrar de forma intravenosa. Si usted fuera el responsable del centro de mezclas, realice los cálculos correspondientes para:

- *Saber cuántos mg de fármaco se requieren para preparar la disolución a partir de fenitoína sólida y solución salina.*
- *Preparar la disolución a partir de una disolución de fenitoína 0.1 mol/L y determinar cuál es el factor de dilución.*

Obteniendo de esta manera que un 97% de los estudiantes pudo llegar al resultado esperado para el primer inciso, lo que comparado con el resultado de la evaluación sumativa llevada a cabo de manera presencial que fue de 77%, muestra una mejora significativa. Por otro lado en el caso del inciso relacionado a el factor de dilución, el porcentaje de respuestas correctas es de 53%, lo que sigue siendo bajo, en correspondencia a la dificultad del tema y el problema que se genera entre el término factor y razón de dilución.

Con esta evaluación sumativa se finaliza la UII. 1 Disoluciones y diluciones, que se implementó la primera parte del curso de manera híbrida (3 sesiones en línea y 2 sesiones de manera presencial) A manera de resumen se presenta la siguiente tabla con la información y resultados de los instrumentos de evaluación que conforman esta unidad.

IE	Sección	Resultados
Diagnóstica (IE.UII 1.S1)	Conceptos teóricos de disoluciones	100% de respuestas correctas
	Diagnóstico conceptos de farmacocinética	70% de respuestas correctas 30% de respuestas incorrectas
	Opinión	90% Muy útiles o útiles 10% Indiferencia, inútiles o muy inútiles.
Formativa (IE.UII 1. S2)	Ejercicio de disoluciones	85% de respuestas correctas 15% de respuestas incorrectas
	Ejercicio de expresiones de la concentración	50% de respuestas correctas 50% de respuestas incorrectas
Formativa (IE.UII 1. S3)	Dilución - Jarabe para la tos	97% de respuestas correctas 3% de respuestas incorrectas
Formativa (IE.UII 1.S4)	Disolución	100% de respuestas correctas
	Dilución	70% de respuestas incorrectas
Sumativa (IE.UII 1. S5)	Disolución Dilución	29. 8% responde correctamente ambos incisos 46.2% responde correctamente un inciso 23% responde incorrectamente ambos incisos
	Disolución Dilución	53% responde correctamente ambos incisos 44% responde correctamente un inciso 03% responde incorrectamente ambos incisos

Tabla 18 Resultados de los instrumentos de evaluación.

3.2. UII 2. Equilibrio químico ácido base

Después de la implementación de la UII. 1 Disoluciones y diluciones, el tema de equilibrio químico, se abordó del 18 de marzo al 22 de abril. Durante su impartición también se presentaron ejercicios acerca de aplicaciones industriales y ambientales relacionadas con el resto de las licenciaturas.

El tema de equilibrio químico es de gran importancia para el resto del curso, debido a que en esta sección se abordan los conceptos básicos para los siguientes temas que incluyen equilibrio ácido base, redox y de solubilidad.

Para la UII 2, donde se abordó el tema de equilibrio químico ácido base, se recabaron tres instrumentos de evaluación que se discutirán en esta sección, los cuales se aprecian en la siguiente tabla:

Temas		Evaluación	
QGII	Farmacocinética	Tipo	Nombre
Equilibrio Químico Ácido Base	Absorción y distribución de fármacos.	Formativa	(IE.UII 2. S7)
Examen		Sumativa	(IE.UII 2. S8)
Cuestionario de opinión			(IE.UII 2. S9)

Tabla 19 Contenido de la UII 1. Disoluciones y diluciones.

IE.UII 2.S7 Instrumento de evaluación 6

Este IE se implementó después de las sesiones 6 (22 de abril) y 7 (29 de abril), donde se revisaron los temas de equilibrio químico ácido base, que incluyen el concepto y la escala de pH, los conceptos de ácido, base y soluciones amortiguadoras, así como su relación con el tema de los valores del pH en el organismo, medicamentos gastrorresistentes y una aplicación de la ecuación de Henderson-Hasselbalch

En consideración al tema de equilibrio químico ácido base y en la sección de amortiguadores. Se presentó una aplicación de la ecuación de Henderson-

Hasselbalch para calcular el porcentaje de fármaco que se absorbe en el organismo, a continuación se muestra el ejercicio que se modeló en la sesión:

Ejercicio. El ibuprofeno es un ácido débil con un pKa= 4.4 ¿Qué porcentaje de especie no ionizada existirá en estómago (pH=1.2)?

Calcular el % de la especie ionizada.

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{A^-}{\text{HA}}$$

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{\text{ionizada}}{\text{no ionizada}}$$

$$\text{pH} - \text{pKa} = \log \frac{\text{ionizada}}{\text{no ionizada}}$$

$$10^{(\text{pH}-\text{pKa})} = \frac{\text{ionizada}}{\text{no ionizada}}$$

$$10^{(1.2-4.4)} = \frac{\text{ionizada}}{\text{no ionizada}}$$

$$0.00063 = \frac{\text{ionizada}}{\text{no ionizada}}$$

$$\frac{0.00063}{1} = \frac{\text{ionizada}}{\text{no ionizada}}$$

ionizada + no ionizada = 100%

$$0.00063 + 1 = 100\%$$

$$0.00063 = 99.6\%$$

Respuesta:
0.06 = Ionizado
99.94%= No ionizado

Por lo tanto, la relación de proporciones es:
 0.00063 de fármaco ionizado (No se absorbe) por cada 1 de fármaco no ionizado (Si se absorbe)


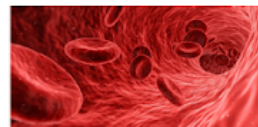



Figura 16 Ejercicio modelo revisado en la sesión 7.

El sexto cuestionario incluye dos ejercicios homólogos al revisado en la sesión de la clase, los cuales se presentan a continuación:

1. Retomando el ejercicio revisado en la clase. El naproxeno es un ácido débil con pKa = 5.0, si ahora esté pasa a la sangre (pH =7.4) para ser distribuido ¿Cuál será el porcentaje de especie ionizada y cuál el porcentaje de no ionizada?
2. De acuerdo con los valores de pH, diga en que parte del tracto digestivo se absorberá más el ácido acetilsalicílico (pKa de 3.5). Si el pH del estómago es de 1.5 y en el intestino de 6.0.

El primer ejercicio se relaciona con una aplicación de la ecuación de Henderson-Hasselbalch para calcular el porcentaje de fármaco que se distribuye en la sangre, apoyándose de los conocimientos explicados previamente de pH en el organismo, los valores de pKa de los fármacos y de los cálculos correspondientes a la ecuación de Henderson-Hasselbalch. Mientras que el segundo ejercicio se enfoca a evaluar la parte conceptual.

Solo un 64% de los alumnos lograron responder el primer ejercicio donde debían calcular el porcentaje de fármaco que se distribuye en la sangre, mientras que en el caso del segundo ejercicio que responde a la parte conceptual, sólo un 56% respondieron de manera adecuada.

A partir del análisis correspondiente se pudo observar que los estudiantes podían aplicar la ecuación matemática, pero sin entender su significado farmacocinético, es decir, que no lograban visualizar lo que estaba ocurriendo con el fármaco en el organismo. Esto se ve reflejado en el 31% de estudiantes resuelve de forma correcta la ecuación y obtiene los porcentajes correctos 99.6% de fármaco ionizado y 0.04% de fármaco no ionizado, pero invierte los porcentajes al momento de asociarlos a la especie correspondiente y responden con 99.6% no ionizado y 0.04% ionizado.

Adicionalmente debido al bajo porcentaje de estudiantes que logra responder de manera correcta (63% y 58%) comparado con los porcentajes obtenidos en la UII 1, estos ejercicios se comentaron en la clase y los estudiantes externaron sus dudas, entre ellas mencionaron la confusión causada por la disparidad de términos empleados para QGII y farmacocinética, como por ejemplo la disociación y el término ionización, respectivamente. Razón por la cual se explicó que para el caso de los fármacos con carácter ácido-base se emplea el término disociación porque la molécula se separa y el de ionización porque al separarse se producen iones.

IE.UII 2.S8 Instrumento de evaluación 7

Del 29 de abril al 27 de mayo se estudiaron los equilibrios de solubilidad y redox, para dar paso a la segunda evaluación sumativa que se llevó a cabo el día 27 de mayo, donde se abordó un problema de aplicación de la ecuación de Henderson-Hasselbalch. Además de ser un ejercicio similar a los revisados en clase y puestos en práctica durante la evaluación formativa con la finalidad de ayudar a los estudiantes a esclarecer y organizar sus ideas y orientar sus procedimientos, este ejercicio se complementa con una tabla (figura 18) que funge como cuadro comparativo, a partir de la cual es posible que los estudiantes visualicen la

estructura química de la molécula ionizada y de la no ionizada, así como la relación que existe con la absorción farmacocinética

El ibuprofeno es un ácido débil con un $pK_a = 4.4$ ¿Qué porcentaje se absorberá (especie no ionizada) y qué porcentaje no se absorbe en el estómago, si este tiene un $pH=1.2$?

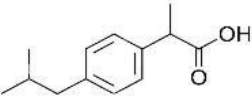
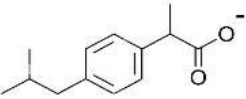
IBUPROFENO		
Estructura		
Ionizada / No ionizada	No ionizada	Ionizada
Se absorbe / No se absorbe	Se absorbe	No se absorbe
% en estómago	99.94%	0.06%

Figura 17 Pregunta y tabla de apoyo empleados en el IE.U11 2. S8

Las respuestas de los estudiantes a esta evaluación se analizaron considerando todos los espacios a llenar en la tabla, que son: (a) la identificación de la estructura ionizada y de la no ionizada, (b) la relación que existe entre el carácter ácido o básico y su pK_a del fármaco con el valor del pH del órgano donde se encuentre y (c) el cálculo de los porcentajes de cada especie. Es importante considerar que las respuestas de cada renglón suceden a las del anterior, por lo que si el primer renglón se responde de forma errónea los siguientes renglones estarán incorrectos, obteniendo así los resultados siguientes:

31%	Identifica los tres incisos: (a) Identifica la estructura ionizada y la no ionizada, (b) relaciona al fármaco no ionizado con la absorción y (c) calcula los porcentajes de cada especie.
24%	Identifica los dos primeros incisos: (a) Identifica la estructura ionizada y la no ionizada y (b) relaciona al fármaco no ionizado con la absorción. Pero no calcula los porcentajes de cada especie.
24%	Identifica sólo el primer inciso: (a) Identifica la estructura ionizada y la no ionizada. Pero no relaciona al fármaco no ionizado con la absorción y no logra calcular los porcentajes de cada especie.
21%	No logró responder de forma correcta ninguna de las tres opciones .

Tabla 20 Resultados segunda evaluación.

Este ejercicio presenta en el primer inciso la identificación de la estructura ionizada y de la no ionizada, que atiende a la evaluación de la parte teórico conceptual de química. En el segundo inciso se busca la vinculación de los conceptos de química con el tema de absorción de farmacocinética, donde el estudiante visualice la relación que existe entre el carácter ácido o básico y su pKa del fármaco con el valor del pH del órgano donde se encuentre. Finalmente se evalúa la aplicación y el uso de modelos matemáticos en el cálculo de los porcentajes de cada especie, volviendo a este un ejercicio integral, que permite identificar situaciones problemáticas de tipo matemáticas, teóricas y de vinculación que se presentan en la tabla 21:

Estudiantes	Situación	Clasificación del problema
39	No determinan el porcentaje existente de cada especie.	Aplicación y modelos matemáticos.
26	No entienden la relación del grado de ionización y el porcentaje de absorción.	Teórico conceptual del tema de absorción de fármacos. Vinculación
21	No logran identificar la estructura ionizada y la no ionizada.	Teórico conceptual de química y vinculación.

Tabla 21 Clasificación y cuantificación de los problemas identificados.

En esta tabla, se puede apreciar que 21 estudiantes no lograron identificar la estructura ionizada y la no ionizada y otros 26 no relacionan al fármaco no ionizado con el proceso de absorción. Lo cual se relaciona con problemas teórico conceptuales de química y la vinculación de contenidos de QGII con farmacocinética, ya que los estudiantes no logran visualizar al fármaco como una molécula con carácter ácido o básico y como el valor del pH determina el porcentaje de absorción.

De igual forma 39 estudiantes, no logran determinar el porcentaje existente de cada especie, lo que se asocia con la dificultad que puede generar el uso de las matemáticas en un contexto de química. Problema que Hoban (2011) asocia a la falta de conocimientos matemáticos y la falta de dominio para transferir conocimientos matemáticos a química.

Esta evaluación marca el cierre de la UII. 2 Equilibrio químico ácido base y a manera de resumen se presenta la siguiente tabla con los resultados de los IE de esta unidad.

IE	Sección	Resultados
Formativa (IE.UII 2.S7)	Aplicación de la ecuación de Henderson-Hasselbalch	63% respuestas correctas 37% respuestas incorrectas
	pH de los órganos y absorción de fármacos	56% respuestas correctas 44% respuestas incorrectas
Sumativa (IE.UII 2. S8)	Identificación de la estructura ionizada y de la no ionizada.	79% respuestas correctas 21% respuestas incorrectas
	Relacionar el carácter ácido o básico	55% respuestas correctas 45% respuestas incorrectas
	Relacionar el pKa del fármaco con el valor del pH del órgano	31% respuestas correctas 69% respuestas incorrectas

Tabla 22 Resumen de la Unidad de Instrucción Integrativa 2.

Como conclusiones parciales con respecto al avance conceptual de los estudiantes, una vez implementados los materiales didácticos en contexto y los instrumentos de evaluación que conforman las dos unidades de instrucción integrativas, fue posible observar que los estudiantes presentan :

- Un aumento del grado de comprensión de los temas de QGII y de los conceptos de farmacocinética, llegando a porcentajes cercanos al 70% de respuestas correctas para el tema de disoluciones y de un 60% de respuestas correctas para el tema de equilibrio químico ácido base.
- Una mayor vinculación entre los temas abordados de ambas asignaturas.
- Una mejora en la capacidad de resolución e integración de conocimientos, conforme el avance del curso.
- Un desarrollo del pensamiento integral y crítico en los estudiantes.
- Desarrollo y aplicación de habilidades cognitivas, como la resolución de problemas y la adaptabilidad.

IE.UII 2.S9 Instrumento de evaluación 8 - Cuestionario de opinión

Finalmente se aplicó un cuestionario de opinión a los estudiantes. En la primera parte se indaga sobre la valoración por parte de estos acerca del uso de los materiales en contexto que incluyen las unidades de instrucción integrativas. La segunda parte documenta su visión del curso y de la química en general. Este cuestionario fue adaptado del propuesto por Foley (2013) y por Molina (2018) y se respondió mediante una escala cualitativa que va desde el totalmente de acuerdo (TA) hasta el totalmente en desacuerdo (TD).

En la tabla 23 se presentan los enunciados propuestos en el primer apartado acerca del uso de materiales en contexto en las UII, aunados a los porcentajes obtenidos para cada valor de la escala cualitativa. Tomando en consideración que este ejercicio fue resuelto solo por 56 estudiantes, debido a que se solicitó su resolución una semana posterior al final del semestre y la entrega de las calificaciones.

Los resultados para este cuestionario indican que el 82% de los estudiantes considera que los materiales en contexto fueron sencillos de utilizar (57% A y 25% TA) y el 75% (36%A y 39%TA) indica que la instrucción brindada por parte de la profesora y de la asesora fueron de utilidad.

A pesar de que estos porcentajes representan la conformidad con los materiales y la instrucción brindada de la mayoría de los estudiantes, no se debe dejar de lado a los estudiantes que con respecto a la facilidad de utilizar los materiales en contexto indican estar en total desacuerdo (4%), desacuerdo (7%) o indiferencia (7%).

De igual manera se debe poner atención al 25% (7% TD, 4% D y 14% I) que no consideran que el modelaje del profesor y la asesora fue útil marcando entre indiferente y totalmente en desacuerdo. Este porcentaje invita a la mejora de la instrucción a los encargados de este proyecto.

Acerca del uso de materiales en contexto en las UII					
Pregunta	TD	D	I	A	TA
Los materiales en contexto fueron sencillos de utilizar	4%	7%	7%	57%	25%
La asesoría del profesor y de la asesora que modeló los ejercicios fue útil	7%	4%	14%	36%	39%
Recomiendo el uso de materiales en contexto para otro curso	5%	7%	14%	33%	41%
Trabajaría otro curso con materiales en contexto con agrado.	9%	4%	14%	36%	38%
Disfrute de la presencia y resolución de los materiales en contexto.	11%	2%	14%	29%	45%

Tabla 23 Resultados del cuestionario de opinión sobre el uso de materiales en contexto.

Por otra parte, el 74% (33% A y 41% TA) recomienda el uso de materiales en contexto para otros cursos, 14% remarcan indiferencia y el 12% (5% TD y 7% D) no los recomienda. Así mismo el 74% (36% A y 38% TA) indica que trabajaría con agrado en otro curso con materiales en contexto, en contraparte, 9% totalmente en desacuerdo, 4% en desacuerdo y 14% presentan indiferencia.

Con respecto al agrado de los estudiantes de las UII, el 74% disfrutó de estos materiales (29% TA y 45% A), él 13% no los disfrutó (11% TD y 2% D) y al 14% les son indiferentes. Cabe mencionar que el 13% que se encuentra totalmente en desacuerdo y en desacuerdo, son estudiantes pertenecientes a las licenciaturas de ingeniería química y química, lo que empata con su postura mostrada en el cuestionario de opinión inicial.

En relación con el uso de las unidades integrativas y los materiales que las conforman, en general las respuestas de la mayoría de los estudiantes indican actitudes positivas. Resaltando que estas abren la posibilidad de trabajar con otras unidades en otro momento, curso o lugar. Lo anterior se vuelve un factor positivo que apoya la sugerencia de utilizar materiales en contexto en otras asignaturas y licenciaturas. Con respecto al 13% que se manifiesta inconforme, a pesar de la

inclusión de algunos ejemplos relacionados a otras licenciaturas, es importante que la inclusión de ejercicios contextualizados sea equilibrada.

Por otro lado se solicitó la opinión de los estudiantes acerca de las actitudes hacia la química que incluían enunciados que reflejan su percepción de la importancia de la química, este cuestionario fue diseñado con preguntas positivas (marcadas en color verde) y negativas (marcadas en color rojo), con la finalidad de que los estudiantes lean detenidamente cada enunciado. Entendiendo por enunciado positivo a aquellos que declaran algo con carácter verdadero y como negativo a aquellas que se encargan de dar cuenta de algo mediante la negación de un hecho concreto.

Con el propósito de facilitar el análisis y la interpretación de este cuestionario, las preguntas se agruparon en tres categorías:

1. Preguntas relacionadas con su percepción y valoración acerca del curso: P1, P3, P6, P12 y P14.

Actitudes hacia la química					
Pregunta	TD	D	I	A	TA
Este curso de química me parece más agradable que otros cursos (P1)	7%	11%	22%	30%	30%
Me gustaría tener clases de química con mayor frecuencia (P3)	9%	5%	7%	27%	52%
Este curso de química es interesante. (P14)	7%	5%	13	39	36%
Me aburro durante las clases de química (P6)	29%	27%	32%	7%	5%
Desearía tener pocas clases de química (P12)	54%	30%	4%	5%	7%

Tabla 24 Preguntas relacionadas con su percepción y valoración acerca del curso.

Con respecto a los enunciados positivos (sombreados en verde) donde se esperaba que estén de acuerdo, un 60% (30%A y 30%TA) de los estudiantes considera este curso más agradable que otros, el 79% (27% A y 52%TA) desearían tener clases de química más frecuentemente y al 75% de los estudiantes les pareció interesante este curso.

En contraparte para los enunciados negativos, donde se espera que las respuestas tiendan al total desacuerdo, encontramos que un 56% (54%TD y 2%D) no coincide con que se aburren durante las clases de química y un 84% (54%TD y 30%D) niegan que desearían tener menos clases de química.

2. Preguntas que abordan el desempeño del estudiante: P2, P5, P9, P10 y P13.

Actitudes hacia la química					
Pregunta	TD	D	I	A	TA
Resuelvo con facilidad los ejercicios de química (P5)	4%	14%	23%	45%	14%
El lenguaje de la química y sus símbolos son fáciles de entender. (P10)	2%	13%	27%	46%	13%
Comprendo los conceptos de química con facilidad. (P13)	4%	9%	20%	61%	7%
El lenguaje y los símbolos utilizados en la clase de química me parecen difíciles de entender (P2)	14%	39%	25%	11%	11%
La química es una ciencia muy compleja para mi nivel académico (P9)	13%	36%	27%	13%	13%

Tabla 25 Preguntas que abordan el desempeño del estudiante.

Sólo un 59% (45% A y 14%TA) menciona que es capaz de responder los ejercicios de manera sencilla, 23% se muestran indiferentes y al 18% (4%TD y 14%D) indican que no resuelven los ejercicios de química con facilidad.

Para la pregunta 10, acerca del lenguaje y los símbolos usados en la química, un 59% (46% A y 13% TA) considera que el lenguaje de la química y sus símbolos son fáciles de entender, 27% actúan indiferentes y el 15% se encuentran en desacuerdo.

En relación con la comprensión de los conceptos de química, el 68% (61% A y 7% TA) indica que comprende los conocimientos fácilmente, 20% se manifiestan indiferentes y el 13% (4%TD y 9%D) dice que no los comprende fácilmente.

Para los enunciados negativos el 53% de los estudiantes (14%TD y 39%D) niegan que se les dificulta entender los símbolos empleados en la química y 49% no está de acuerdo con que la química es una ciencia muy compleja para su nivel académico (13%TD y 36%D), un 27% señala indiferencia y el 26% si considera que es muy complejo para su nivel académico (13%A y 13%TA)

3. Preguntas que se enfocan en la importancia de la química en la sociedad y en su formación:P4, P7, P8, P11 y P15.

Actitudes hacia la química					
Pregunta	TD	D	I	A	TA
La química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana (P4)	14%	0%	2%	18%	66%
El desarrollo de la química mejora nuestra calidad de vida (P7)	11%	4%	2%	30%	54%
La esperanza de resolver muchos problemas en el área de la salud está en la química (P8)	5%	9%	7%	20%	59%
Los conocimientos en química son necesarios en el desarrollo de mi carrera. (P15)	11%	2%	4%	13%	70
La profesión de químico es poco interesante (P11)	52%	27 %	7%	2%	13%

Tabla 26 Preguntas que se enfocan en la importancia de la química en la sociedad y en su formación.

Se puede observar que el 84% (18%A y 66%TA) opina que la química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana, el 84% (30%A y 54%TA) con que su desarrollo mejora nuestra calidad de vida, el 79% (20%A y 59%TA) con que la química puede resolver muchos problemas en el área de la salud, y un 83% (13%A y 70%TA) en que los conocimientos en química son necesarios en el desarrollo de su carrera. Por otro lado, un 15% de los estudiantes considera que la profesión de químico es poco interesante.

Como indica Molina (2011), generalmente las actitudes hacia la química se muestran negativas y limitan la enseñanza de esta ciencia, particularmente al considerarla difícil de aprender. Adicionalmente en 2013 indicó que está situación es preocupante porque, sin haber accedido a su enseñanza, se asume complejo su

aprendizaje. Sin embargo propone que su puede confrontar el problema a partir de métodos novedosos de enseñanza.

En presente proyecto, se pretendía atender a este problema a partir del uso de materiales didácticos en contexto y de los instrumentos de evaluación que se plantean en las UII, obteniendo como resultado que con relación a las preguntas de su valoración acerca del curso, la mayor parte de los estudiantes percibe la asignatura interesante y más agradable que otros cursos.

Por otro lado, en las preguntas que abordan su propio desempeño, tenemos una menor cantidad de los estudiantes que consideran que tienen facilidad de recepción de conocimientos. Una posible causa de este porcentaje es que la actitud hacia la dificultad de su aprendizaje con respecto a la química es producto del ambiente y del autoconcepto de ciencia, el cual Molina *et al.* (2013) proponen que se convierte en una idea difícil de modificar en un solo curso, ya que se ha adquirido un bagaje alrededor de la ciencia.

Con respecto a las preguntas que se enfocan en la importancia de la química en la sociedad y en su formación, la mayoría de los alumnos refieren la importancia de la química en su formación profesional y en la sociedad. Esto empata con los objetivos de este proyecto de brindar una perspectiva a los estudiantes de las aplicaciones y de la importancia de la química y con lo propuesto por los estudiantes al inicio de este proyecto, en donde proporcionaban su opinión acerca de los ejercicios contextualizados relacionados con farmacocinética y el A52 mencionaba que:

"...es una base de mucha ayuda para ver la perspectiva de estos campos y su importancia que tiene con la química general que estamos llevando en este semestre y así en un futuro poder relacionarla, y tener una visión más amplia de la química y sus derivados".

4. Conclusiones

Este proyecto muestra que la implementación de las unidades de instrucción integrativas mediante las cuales se presentaron a los estudiantes ejemplos significativos relacionados con temas de Química General II y de asignaturas posteriores de Química Farmacéutico Biológica, se promovió:

- a) Un aumento del grado de comprensión (Temas QGII y conceptos de farmacocinética)
- b) Una mejora en la capacidad de resolución e integración de conocimientos, por parte de los estudiantes con el paso del tiempo y del avance del curso.
- c) Un aumento en el interés, motivación y vinculación con los temas.
- d) El reconocimiento por parte de los estudiantes de la importancia y aplicación de la asignatura.

Los materiales didácticos en contexto y los instrumentos de evaluación que forman parte de estas unidades de instrucción integrativas, permiten innovar el proceso de enseñanza de la química, logrando que los contenidos sean más significativos. Esto contribuye a que los estudiantes construyan los conocimientos acerca de los temas de QGII, desde un punto de vista que permite relacionar e interpretar los fenómenos y problemas sociales que ocurren a su alrededor usando los conocimientos químicos para solucionarlos. Fomentando así el desarrollo y aplicación de habilidades cognitivas en los estudiantes, paralelamente al estudio de temas y conceptos científicos, en este caso específicos de QFB. (NRC, 2000; Levy y Murnane, 2004)

Entre las habilidades cognitivas, destacan la resolución de ejercicios no rutinarios y la adaptabilidad, pues estas unidades de instrucción integrativas y las evaluaciones implementadas permiten por un lado utilizar el pensamiento para examinar una amplia gama de información, reconocer patrones, reducir información y finalmente llegar a un diagnóstico y resolución del problema. La importancia del desarrollo de esta habilidad en los estudiantes radica en el desarrollo de la creatividad y de la capacidad para integrar información aparentemente no relacionada y generar soluciones nuevas, innovadoras y entretenidas. Es decir que

el uso de ejemplos contextualizados invita a los estudiantes a la construcción de conocimientos por encima de la simple memorización y a la resolución de problemas creativamente más que de forma mecánica.

Por otro lado, se encuentra la habilidad de adaptabilidad desarrollada tanto por estudiantes como por profesores, ya que estas unidades integrativas permitieron hacer frente a las condiciones extraordinarias derivadas por la pandemia de COVID-19, que nos obligaron a adaptarnos a nuevas formas de aprendizaje, tareas, tecnologías y procedimientos, complementando la enseñanza teórica y permitiendo el trabajo, tanto de forma síncrona como asíncrona.

Con respecto a la evaluación continua que fue aplicada a través de los instrumentos de evaluación que incluían evaluaciones de tipo formativas y sumativas, se logró un trabajo activo por indagación, lo cual permitió que el profesor identificara las dificultades suscitadas en cada sesión y a partir de esto, direccionar el curso. Además este tipo de evaluaciones estimulan la motivación de los estudiante, ya que al recibir retroalimentación informativa, creíble y de forma constructiva sobre lo logrado por él mismo y sobre sus errores, se alentó a que el estudiante se hiciera consciente de su progreso cognitivo/educativo/académico y que lo enlazara con su nivel de desempeño.

En consideración a la falta de interés y de motivación de los estudiantes hacia la Química, fue posible observar que éstas fueron disminuyendo conforme se les presentaron las nuevas situaciones que incluían las UII, ya que los ejercicios eran significativos para ellos pues estaban relacionados con situaciones cotidianas y con problemas sociales, en este caso, relacionados con la salud, donde tuvieron la oportunidad de vincular los temas y usar los conocimientos químicos adquiridos para dar solución a ellos.

De igual manera se visualiza un reconocimiento de los estudiantes de la importancia y la aplicación de la asignatura y de la química, debido en gran parte a la construcción y apropiación de los conocimientos, que se propició, nuevamente, a partir de la resolución de los ejercicios en contexto para explicar situaciones cotidianas y de la industria química. Modificando así las inclinaciones, sentimientos,

prejuicios y percepciones de los estudiantes acerca de la asignatura y de la química en general.

Lo atractivo de la propuesta educativa que se plantea en este proyecto, es que además de fungir como una herramienta complementaria para la presentación de los temas de QGII para el docente de la asignatura, su implementación traerá beneficios a los docentes de las asignaturas posteriores, ya que podrán abordar sus temas con mayor facilidad gracias a la capacidad de resolución de problemas e integración de los conocimientos desarrollada por los estudiantes previamente y lo más importante, es que esta propuesta vela por el bienestar y la motivación de los estudiantes.

En contraparte una de las principales limitaciones de este proyecto, es que el análisis realizado fue contrastando el contenido temático de QGII con el plan de estudios de QFB, razón por la cual se abordaron temas relacionados con farmacocinética, y si bien una gran parte del grupo pertenecía a esa licenciatura, no debe dejarse de lado que es una asignatura de tronco común. Ya que esta situación provocó que algunos estudiantes se sintieran apartados de este proyecto y tuvieran poco interés en él.

Se recomienda a las autoridades encargadas del diseño y actualización de los planes de estudio, llevar a cabo un análisis similar al realizado para el diseño de este proyecto, que derive en la inclusión e implementación de materiales en contexto desde los primeros semestres, no sólo para la licenciatura de Química Farmacéutico Biológica, sino, como sugieren los estudiantes, para todas las licenciaturas impartidas en la Facultad de Química.

Sin embargo tomando en cuenta el poco tiempo asignado a cada tema y el exceso de contenidos académicos que se deben abordar siguiendo los lineamientos curriculares en cada asignatura, se entiende que esta propuesta alude a un gran reto, que requiere de un arduo y complicado trabajo, de la capacitación de los maestros, de un cambio de perspectiva acerca de las evaluaciones y sobre todo de mucho trabajo interdisciplinario y entre los diversos departamentos de la Facultad de Química.

La investigación realizada durante el semestre 2022-2 muestra que las UII promovieron la construcción de conocimientos significativos por parte de los estudiantes acerca de la disolución, dilución y el equilibrio químico ácido base en Química General II, su aplicación en ejemplos específicos relacionados con la farmacocinética y la disminución del desinterés y desmotivación que impactó en el reconocimiento de la importancia de la asignatura y de la química en general.

Referencias de consulta

- Anderson, R. (1984). Algunas reflexiones sobre la adquisición de conocimientos. *Investigador educativo*, 13 (9), p. 5-10.
<https://doi.org/10.3102%2F0013189X013009005>
- Andersson, B. (1984). *Chemical Reactions. Report: Elevperspektiv*, 12. University of Goteborg.
- Atkin, J. M., Coffey, J. E., Moorthy, S., Sato, M. y Thibeault, M. (2005). *Designing everyday assessment in the science classroom*. New York: Teachers College Press.
- Balocchi, E., Modak, B., Martínez, M., Padilla, K., Reyes, F., Garritz, A. (2006). Aprendizaje cooperativo del concepto cantidad de sustancia con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química, Parte III. Concepciones acerca de la "Cantidad de sustancia" y de su unidad "el mol". *Educación Química*, 17(1). p. 14-32.
- Bakker, A., Groenveld, D., Wijers, M., Akkerman, S. y Gravemeijer, K. (2014). Proportional reasoning in the laboratory: An intervention study in vocational education. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2). p. 211-221.
<https://doi.org/10.1007/s10649-012-9393-y>
- Barker, V. (1995). *A Longitudinal Study of 16-18 Year Olds' Understanding of Basic Chemical Ideas*. Department of Educational Studies.
- Barrow, L. (2006) A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standard. *Journal of Science Teacher Education* (17). p. 265–278.
- Bransford, J., Brown, A., Cocking R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Brown, T., Murphy, C., Bursten, B., Woodward, P., García, A., (2014). *Química: la Ciencia Central*. Pearson. Páginas ACTUALIZADA :)
- Bruning, R., Schraw, J. y Ronning, R., (2002). *Psicología cognitiva e instrucción*. Alianza Editorial. pp.
- Buck, L., Bretz, S., Towns, M. (2008) Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(4), p. 52-56.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. (2000). *Teaching science as inquiry*.
- Bybee, R. (2004). *Scientific inquiry and science teaching*.
- Bybee, R., Taylor, J. et al. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness and applications. *BSCS*. p. 1-19.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Caicedo, A., Aragón, L. (2009). La enseñanza de estrategias metacognitivas para el mejoramiento de la comprensión lectora. Estado de la cuestión. *Pensamiento Psicológico*, 5. p. 125-138.

Calik, M. (2005). A cross-age study of different perspectives in solution chemistry from junior to senior high school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(4), p. 671-696. <https://doi.org/10.1007/s10763-005-1591-y>

Calik, M., Ayas, A. y Ebenezer, J. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), p. 29-50. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2732-3>

Caamaño, A., Obach, D. (2018). Molécula. Química Batxillerat 1 y Reacció. Química Batxillerat 2. Teide.

Campanario J., Moya A. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2). p. 179-192.

Campanario, J. (2004). Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3). p. 365-378.

Catalá, Palacio y Reyes (2021)

Chang, R., Goldsby, K. (2017) Química (12a.ed.). McGraw-Hill.

Criscuolo, G. (1987) ¿Pueden interpretarse las preconcepciones a la luz de las teorías del aprendizaje? *Revista Enseñanza de las Ciencias* 5(3) p. 231–234. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51005>

Corcoran, T., Mosher, F.A. & Rogat, A. (2009). Learning progressions in science: An evidence-based approach to reform. Consortium for Policy Research in Education Report #RR63.Philadelphia. p.17-25

Cosgrove, M., Osborne, R. (1981). Physical Change. Learning in Science Project, University of Waikato.

Coto, D. (2012). Curso de Introducción al conocimiento científico experimental, 9. p. 50-57.

Cowie, B., Bell, B. (1999). A model of formative assessment in science education. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1). p. 101-116.

Cros, D., M. Maurin, R. Amouroux, M. Chastrette, J. Leber y M. Fayol (1986). Conceptions of First-year University Students of the Constituents of Matter and the Notions of Acids and Bases. *European Journal of Science Education*, 8 (3). p.305-313.

Dahsah, C., Coll, R. (2007). Thai Grade 10 and 11 students' conceptual understanding and ability to solve stoichiometry problems. *Research in Science y Technological Education*, 25(2). p. 227-241.

De Berg, K. (2012). A study of first-year chemistry students' understanding of solution concentration at the tertiary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 13,p.8-16. <https://doi.org/10.1039/c1rp90056k>

De la Guardia, M., Salvador, A., Lopez,J., Carrión, J. (1985). Errores conceptuales en la concepción de los equilibrios ácido-base. *Enseñanza de las Ciencias*. p. 61.

Devetak, I., Vogrinc, J. y Glažar, S. (2009). Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solution at submicroscopic level. *Research Science Education*, 39(2), p. 157-179. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9077-2>

Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31. p. 121-127.

Driver, R.,Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education* 10(1). p. 37-60.

Fach, M., De Boer, T., Parchmann, I. (2007). Results of an interview study as basis for the development of stepped supporting tools for stoichiometric problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(1). p.13-31.

Facultad de Química. (2022a). Plan de estudio de la licenciatura en Química farmacéutica biológica, <https://quimica.unam.mx/ensenanza/licenciaturas/quimica-farmacaceutico-biologica/>

Facultad de Química. (2022b). Programa de estudio de Química General II, <https://quimica.unam.mx › 12...PDF>

Facultad de Química (2022c). Perfil de egreso de Química Farmacéutico Biológica, <https://quimica.unam.mx/ensenanza/licenciaturas/quimica-farmacaceutico-biologica/#perfil-de-egreso>

Flick, L., Lederman, N. (2004), *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Ford, E., Gilbert, Y. (2013) Displacement between orders of magnitude method for SI unit conversion. *Journal of Chemical Education* 90, p.134-136.

Furió, C., Padilla, K. (2003). La evaluación histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y el mol. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 17. p. 55-74.

Furtak, E., Ruiz-Primo, M., Shemwell, J., Ayala, C., Brandon, P., Shavelson, R., Yin, Y. (2008). On the fidelity of implementing embedded formative assessments and its relation to student learning. *Applied Measurement in Education*, 21(4). p. 360-389.

Furtak, E. (2012). Linking a learning progression for natural selection to teachers' enactment of formative assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9). p. 1181-1210.

Gabel, D., Bunce, D. (1994). Handbook of Research on science teaching and learning. A Project of the National Science Teachers Association. Research on problem solving: Chemistry. MacMillan. p. 301-316

Gabel, D., Samuel, K. (1986). High school students' ability to solve molarity problems and their analog counterparts. Journal of Research in Science Teaching, 23(2). p. 165-176. <https://doi.org/10.1002/tea.3660230207>

Garritz, A. y Rincón, C. (1996). Capricho valenciano (I). ¿Tiene alguna interpretación física el método de balanceo por números de oxidación? Educación Química, 7(4). p.190- 195.

Garritz, A. y Rincón, C. (1997a). Capricho valenciano (II). Fundamento matemático del método de balanceo por números de oxidación . Educación Química, 8(2). p. 76-86.

Garritz, A. y Rincón, C. (1997b). Capricho valenciano (III). Valencia y números de oxidación. Corolario para docentes. Educación Química, 8(3). p.130-140.

Garritz, A. (2006) . Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. Revista Iberoamericana de Educación. 42. p. 127-152.

Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. Educación Química 21(2). p.106-110

Golán, D.E., Tashjian, A.H., Armstrong, E.J. y Armstrong, A.W. (2012) Principios de Farmacología. Bases fisiopatológicas del tratamiento farmacológico. Wolters Kluwer. páginas.

González, J.J. (2019) Obstáculos al aprovechamiento escolar. La enseñanza en el Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. p.10-13.
http://memoria.cch.unam.mx/tmp/pdfarticulo/408/LibroJGR_1_1582670223.pdf

Gonzalez, D. (2020). Las dificultades de aprendizaje en el aula. Editorial edebé. p. 110-124. https://sid-inico.usal.es/idos/F8/FDO9786/gonzalez_manjon.pdf

Heyworth, R. (1999). Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of a basic problem in chemistry. International Journal of Science Education, 21(2), p. 195-211.
<https://doi.org/10.1080/095006999290787>

Hilton, A., Hilton, G., Dole, S. y Goos, M. (2013). Development and application of a two-tier diagnostic instrument to assess middle-years students' proportional reasoning. Mathematics Education Research Journal, 25(4), p. 523-545. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0083-6>

Hoban, R. (2011) Mathematical transfer by chemistry undergraduate students. Dublin City University.

Houston, D. (2007) TQM y educación superior: una perspectiva de sistemas críticos sobre la idoneidad para el propósito, calidad en la educación superior, 13(1). p.3-17.

Jiménez-Liso, M. R., De Manuel-Torres, E., González-García, F. y Salinas-López, F. (2000) La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos. Enseñanza de las Ciencias, 18(3). p. 451-461.

Jiménez-Liso, M.R. y De Manuel-Torres, E. (2002). La neutralización ácido-base a debate, Enseñanza de las Ciencias, 20(3). p. 451-464.

Johnstone, A. (1983). Chemical education research: Facts, findings, and consequences. Journal of Chemical Education, 60(11). p.968-971.
<https://doi.org/10.1021/ed060p968>

Khan, S. (2007). Model-Based Inquiries in Chemistry. Science Education, 91. p. 877–905.

Kind, V. (2004). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Santillana. p.68-95
http://www.joseantoniochamizo.com/proyectos/mm/pdf/archivo/001_Alla_apariencias.pdf

Levin, D., Hammer, D., Coffey, J. (2009). Novice teachers' attention to student thinking. Journal of Teacher Education, 60. p. 142-154.

Levy, F., Murnane, R. (2004). The new division of labor: How computers are creating the next job market. Princeton, NJ: Princeton University Press.

López, W. (2017) El perfil conceptual del equilibrio químico de estudiantes universitarios de Educación Educere, vol. 21, núm. 68, pp. 113-126.

Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. The Science Teacher, 69(2), p. 34-37.

Martínez, A., Sánchez, M. (2020). Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias. Coordinación de Desarrollo Educativo e Innovación Curricular, UNAM. p.13-40.

Martínez-Torregrosa, J., Carbonell, R., García, L. (2005) Promover el interés por la cultura científica. Didáctica de las ciencias. p.29.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65301423/2008_Atencion_de_la_prensa_a_la_situacion_de_emergencia_planetaria-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1661747606&Signature=Ct8RPcfKdM1o3eezt-yhDARSpmgla5sr-GR152Qe~S3tAysyQ2R8pHFLwT-L3hTzNubVOFmVQq1HNuDuja2JqIGI9FXEdtNAIVhhchm0Vil7S2ECEykbZdwqez1PmXr2YswOx3hfXpG4bL-44pvF4mw16TnknYMFqEcRScgd-dkMOzEB-9wQs~NNI3N2LQaO6zNVBDDNfOLJEg3Uu9t95B1YqXSRy-kxzZjWBYTfDh1j81dXKC-FBbr3b5yOvc6CgFo7kpicCluTNPoj2ufZMa~pTCmcxfstodda5zuhOhlk19gOK2H2K

[nkytFCCR6iFkQ7aQ2PKUJeikQizMfq3ew &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=33](#)

Maskill, R., Cachapuz, A. (1989). "Learning about the Chemistry Topic of Equilibrium: The Use of Word Association Tests to Detect Developing Conceptualisations". *International Journal of Science Education*, 11 (1). p. 57-69.

Mikula, B. D., & Heckler, A. F., The Effectiveness of Brief, Spaced Practice on Student Difficulties with Basic and Essential Engineering Skills, In 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), pp. 1059-1065 (2013)

Miller, M. D., Linn, R. L. y Gronlund, N. E. (2012). *Measurement and Assessment in Teaching*, 11. Pearson.

Molina, M. (2018). Uso de kits experimentales para mejorar las actitudes y bajar la repitencia en Química General. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(24). p. 89-95. <http://dx.doi.org/10.31908/19098367.3817>

Moncaleano, H., Furió, C., Hernández, J., Calatayud, M. (2003). *Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias*. pp. 111. <https://www.researchgate.net/publication/39077681> [Comprension del equilibrio q uimico y dificultades en su aprendizaje](#)

National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academic Press.

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academic Press.

National Research Council (NRC). (2011). *A framework for K-12 science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council. (2012). *Discipline-Based Education Research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering*. Committee on the status, contributions, and future directions of Discipline-Based Education Research. Washington DC: The National Academies Press.

National Research Council. (2015). *What research says about effective instruction in undergraduate science and engineering*. Washington, DC: The National Academies Press.

NORMA Oficial Mexicana NOM-073-SSA1-2005, Estabilidad de fármacos y medicamentos. DOF

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SSA1-2020, Que instituye la estructura de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos y sus suplementos y el procedimiento para su revisión, actualización, edición y difusión.

Novak, A. (1964). *Scientific inquiry*. *Bioscience*, 14. p.25–28.

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. p. 803-846.

Orlich, D., Harder, R., Callaham, R., Trevisan, M., Brown, A., Miller, D. (2012) *Teaching Strategies – A Guide to Effective Instruction*, 10.^a ed. Cengage Learning.

Ortolani, A., Falicoff, C., Domínguez, J., Odetti, J. (2012) Aplicación de una propuesta de enseñanza sobre el tema «Disoluciones» en la escuela secundaria. Un estudio de caso. *Educación Química*, 23(2). p. 212-221

Park, J.S., Park, J.H. y Kwon, O.N. (2010). Characterizing the proportional reasoning of middle school students. *Seoul National University Journal of Education Research*, 19(5), p. 119-144. <https://space.snu.ac.kr/handle/10371/72999>

Piaget, J., and Inhelder, B. (1974). *The Child's Construction of Quantities*. Routledge and Kegan Paulo.

Peterson, N., Jayne, C., Johnson, E. (1999) Desarrollo de materiales de aprendizaje en línea para la educación superior: una visión general de los problemas actuales. *Revista de Tecnología Educativa y Sociedad* 2(2).

Petrucci, R., Herring, F., Madura, J., Bissonette, C. (2011) *Química General: Principios y aplicaciones modernas*. Páginas.

Pollard J. and Talanquer V., (2005), Interactive digital overheads: dynamic teaching tools for the chemistry classroom. *Chem. Educator* 10. p. 36-40.

Popham, W. (1980). *Problemas y técnicas de la evaluación educativa*. Anaya. p.215-223.

Popham, W. J. (1990). 1. Face Validity: Siren Song for Teacher Testers.

Popham, W. (1990). *Conceptos de Evaluación*.

Pozo, I., Gómez, M., Limón, M., Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la química*. Servicio de Publicaciones del MEC.

Pulakos, E., Arad, S., Donovan, M., Plamondon, K. (2000). Adaptability in the workplace: Development of a taxonomy of adaptive performance. *Journal of Applied Psychology*, 85(4). p. 612-624.

Quílez, J. (2002) Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas. *Educación Química*. 13(2). p.101–112. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66302>

Ramful, A. y Narod, F. (2014). Proportional reasoning in the learning of chemistry: levels of complexity. *Mathematics Education Research Journal*, p. 26, 25-46. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0110-7>

Rang, H., MacEwan, D., Ritter, J.M., Flower, R.J., Henderson, G., Kong, Y. (2020) *Rang y Dale Farmacología*. 9 ed. Elsevier. Páginas

Raviolo, A., Martínez, M. (2003). Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas. *Educación Química*, 14(3) p. 159–165.

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66244/58155>

Raviolo, A., Martínez, M. (2005). El origen de las dificultades y de las concepciones alternativas de los alumnos en relación con el equilibrio químico. *Educación Química*, 16(4e). p. 159–166

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66080>

Raviolo, A., Soledad, A. (2020) Aprendizaje conceptual del tema concentración de disoluciones: análisis de imágenes de libros de texto universitario. *Educación Química*, 31(3). p. 121.

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/75733>

Reyes, F. y Garritz, A., (2006). Conocimiento pedagógico del concepto reacción química en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*

Reyes, F. y Padilla (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química* 23(4). p. 415-421.

Rocha, A., García, E., Domínguez, J. (2000) Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico. *ADAXE. Revista de Estudios y Experiencias Educativas*. 16. p. 163–178. https://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/jeanscen_vetere_1.pdf

Rocha, A., García, E., Domínguez, J., Scandrolí, N. (2000). Propuesta para la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química* 11(3). p. 343–352.

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66449>

Rodríguez, M. (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 35–49

Rodamilans, M., Cambras, T., Gómez-Catalan, J., Mitjans, M., Llobet, J., Moreno, J., Teixidó, E., Vinardell, M., Barenys, M., Diez, A. (2010). La coordinación entre profesores de fisiología y toxicología: un caso práctico en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona. *Ars Pharm.*; 51(2), p. 45-52. <https://www.researchgate.net/publication/266601936> La coordinacion entre profesores de fisiologia y toxicologia un caso practico en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona

Rogers, C. (1951). *El enfoque centrado en la persona*

Rogers, C. (1951). *Psicoterapia Centrada en el Cliente*. Paidós Ibérica.

Russ, R., Coffey, J., Hammer, D. y Hutchison, P. (2009). Making classroom assessment more accountable to scientific reasoning: A case for attending to mechanistic thinking. *Science Education*, 93(5). p. 875-891.

Sánchez, G., Pro, A., Valcárcel, A. (1997) La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria, *Enseñanza de las ciencias*, 15(1). p. 35-50.

Sandoval, M., García, M., Mora, C. (2019). Problemas en contexto para la enseñanza de conversiones de unidades en estudiantes universitarios. *Lat. Am. J. Phys. Educ*,13(3). p. 3303-1 - 3303-6

Santos, M. (1998). La evaluación de los alumnos, un proceso de diálogo, comprensión y mejora. *Investigación en la Escuela*. p.3-5
https://www.cucs.udg.mx/avisos/Martha_Pacheco/Software%20e%20hipertexto/Anatomologia_Electronica_pa121/Santos%20G.Eval.PDF

Santos, M. (2013). Una flecha en la diana. La evaluación como aprendizaje. *Andalucía Educativa*. 34, p. 7-9.
<http://multiblog.educacion.navarra.es/jmoreno1/files/2013/10/evaluaci%C3%B3n-de-la-escuela.pdf>

Santoveña, S. (2005). Criterios de calidad para la evaluación de los cursos virtuales, *Etia net* 2(4). p. 18-36.
<http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/calidad.pdf>.

Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. Pearson Educación, páginas

Schwab, J. (1960). Enquiry, the science teacher, and the educator. *The Science Teacher*, 27. p. 6–11

Schwab, J. (1966) *The teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Schwab, J. (1978). *Science, curriculum and liberal education*. Chicago, University of Chicago Press.

Schwartz, R., Lederman, N., Crawford, B. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4). p. 610-645.

Secretaría de Salud, Comisión permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2014). *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM)* 11 ed.

Secretaría de Salud, Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de las Familias (2019). *Guía breve para la elaboración de cartas descriptivas con metodología del EC-0217*.

Solbes, J., Ruiz, J., Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63. p. 65-76.

Stavy, R. (1981). Teaching inverse functions via the concentrations of salt water solution. *Archives de Psychologie*, 49, 267-287.

Talanquer, V. (2006). Commonsense chemistry: a model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83(5), p. 811-816. <https://doi.org/10.1021/ed083p811>

Talanquer, V. (2013a). Progresiones de aprendizaje: promesa y potencial . Educación Química, 24(4) p.362-364.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v24n4/v24n4a1.pdf>

Talanquer, V. (2013b). Chemistry Education: Ten Facets To Shape Us. Journal of Chemical Education, 90, p.832-838.

<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed30088>

Talanquer, V. (2014). Chemistry education: ten heuristics to tame. Journal of Chemical Education, 91, p. 1091-1097. <https://doi.org/10.1021/ed4008765>

Talanquer, V. (2015). La importancia de la evaluación formativa. Educación Química, 26, p.177-179. [L www.scielo.org.mx/pdf/eq/v26n3/0187-893X-26-03-00177.pdf](http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v26n3/0187-893X-26-03-00177.pdf)

Talanquer, V., Pollard, J. (2017). Reformando un Gran Curso Fundacional: Éxitos y Desafíos. Revista de educación química 94(12). p. 1844-1851.

Tanner, D. (2010) Order matters: Using the 5E model to align teaching with how people learn. CBE Life Sciences Education, 9 (3). p. 159-164.

<https://doi.org/10.1187/cbe.10-06-0082>

Toplis, R. (1998). Ideas sobre los ácidos y álcalis. Revista de Ciencias Escolares, 80(291). pp. 67

Torres, C. (2018). Relaciones de la química con matemática y lenguaje: Propuesta de aprendizaje en un entorno virtual. Educación Química, 29(2).p.51-61

<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.2.63707>

Torres, E. D. M., Salinas López, F., & Jiménez Liso, M. R. (2002). Los procesos ácido-base en los textos actuales y antiguos (1868-1955). Educación Química, 13(2). p. 90-100.

Torres, I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. Revista Electrónica Educare, 14(1). p. 131-142.

<https://doi.org/10.15359/ree.14-1.11>

Túnez, I., Galvan, A., Fernández, E. (2001). pH y amortiguadores: Tampones fisiológicos. Amortiguadoras 3. p. 1-11.

Uno, G. (1990). Inquiry in the classroom. BioScience, 40(11). p. 841-843.

Anexo 1: Relación de contenidos del temario de QGII con asignaturas posteriores del plan de estudios de QFB

Se llevó a cabo una revisión del plan de estudios de la licenciatura de Química Farmacéutico Biológica y del temario de la asignatura Química General II, con el propósito de encontrar y establecer la relación de contenidos que existe entre esta y las asignaturas de semestres posteriores de la licenciatura.

Se llevó a cabo la consulta y el análisis comparativo de los contenidos temáticos de cada una de las asignaturas pertenecientes al plan de estudios de QFB y se elaboró un listado de temas que se podían relacionar, acompañados de una justificación de la relación. A manera de ejemplo se presenta el procedimiento empleado para el análisis realizado entre la asignatura de Biofarmacia que está programada para cursarse durante el séptimo semestre y el temario de QGII.

- Paso 1: Buscar en la página de quimica.unam.mx el plan de estudios de la licenciatura de Química Farmacéutico Biológica.

Plan de estudios

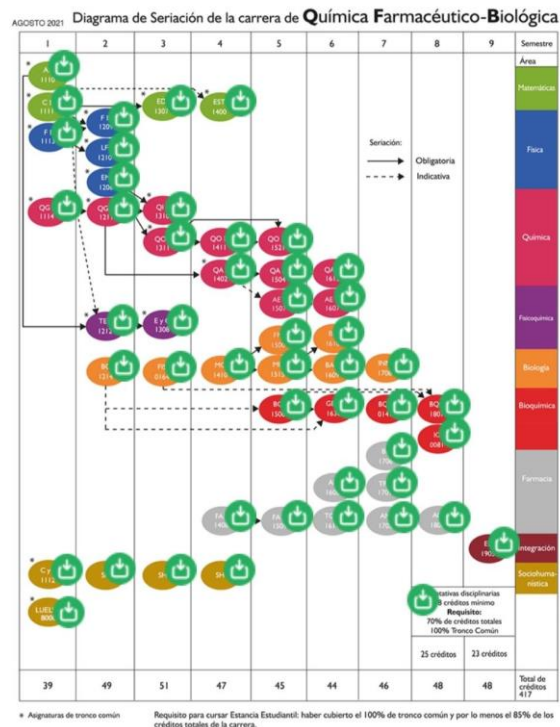


Figura 18 Captura de pantalla del plan de estudios de QFB.

- Paso 2: Descargar el temario de la asignatura Química General II y reunir sus datos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO				
FACULTAD DE QUÍMICA				
PROGRAMAS DE ESTUDIO				
SEGUNDO SEMESTRE				
Asignatura	Ciclo	Área	Departamento	
QUÍMICA GENERAL II	TRONCO COMÚN	QUÍMICA	QUÍMICA INORGÁNICA Y NUCLEAR	
HORAS/SEMANA				
OBLIGATORIA	CLAVE 1211	TEORÍA 2h	PRÁCTICA 4h	CRÉDITOS 8
Tipo de asignatura:		TEÓRICA-PRÁCTICA		
Modalidad de la asignatura:		CURSO		
ASIGNATURA PRECEDENTE: Química General I				
ASIGNATURA SUBSECUENTE: Seriación obligatoria con Química Analítica I y seriación indicativa con Química Inorgánica I.				
OBJETIVO(S): Se pretende que al finalizar el curso, los alumnos: Aplican los conceptos de la estequiometría en la resolución de problemas que impliquen balances de materia en reacciones cuantitativas y no-cuantitativas. Establezcan las condiciones que determinan los aspectos macroscópicos de un sistema en equilibrio y predigan cualitativamente el sentido del desplazamiento de la condición de equilibrio. Apliquen los conocimientos del equilibrio químico en la predicción de reactivos y productos. Desarrollen habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales a través de la integración del trabajo teórico práctico. A través del trabajo en el laboratorio se fomentará el trabajo en equipo, la resolución de problemas abiertos y respeto al ambiente.				
ATRIBUTOS DEL PERFIL DE EGRESO A CUYO LOGRO CONTRIBUYE LA ASIGNATURA: A todos, directa o indirectamente, por tratarse de conocimientos básicos. (<input checked="" type="checkbox"/>) Diseño, evaluación y producción de medicamentos. (<input checked="" type="checkbox"/>) Distribución, dispensación y uso racional de medicamentos. (<input checked="" type="checkbox"/>) Producción de reactivos para diagnóstico. (<input checked="" type="checkbox"/>) Diagnóstico de laboratorio. (<input checked="" type="checkbox"/>) Investigación biomédica. (<input checked="" type="checkbox"/>) Conservación del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales.				
UNIDADES TEMÁTICAS				
NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD	UNIDAD			
12T—24L 36 h	1. ESTEQUIOMETRÍA EN REACCIONES COMPLETAS 1.1. Balances de materia en reacciones químicas. Balances en la equivalencia. Balances en la no equivalencia. Reactivo limitante. Rendimiento en los procesos químicos. 1.2 Solubilidad y reglas de solubilidad. Disoluciones y diluciones.			
Elaborado y revisado por: Profesores del Departamento de Química Inorgánica y Nuclear		Aprobado por el H. Consejo Técnico el 4 de agosto de 2016		1/3

	1.3 Caracterización y clasificación. Preparación de los diferentes tipos de disoluciones. Expresiones de la concentración en unidades físicas y químicas (% en masa, molaridad y normalidad). Cálculos para la preparación de disoluciones.
5T—10L 15 h	2. EQUILIBRIO QUÍMICO 2.1 Reacciones cuantitativas. Reacciones no cuantitativas y reversibilidad. 2.2 Orígenes cinéticos de la Ley de Acción de masas. Ley de Acción de Masas. Cociente de reacción y la constante de equilibrio, Keq, Kc, Kp. 2.3 Sistemas homogéneos (gaseosos). Sistemas heterogéneos. Sistemas en disolución. 2.4 Alteración de la condición de equilibrio. Aspectos cualitativos y tendencia al equilibrio químico. Temperatura, concentración, volumen, presión. Aspectos cuantitativos. 2.5 Aplicación de la Keq a la predicción o cálculo de concentraciones al equilibrio (problemas). Aplicación de Keq cuando se altera la condición de equilibrio, para los cálculos de la nueva situación de equilibrio. Problemas numéricos.
5T—10L 15 h	3. EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE EN SOLUCIÓN ACUOSA 3.1 Definiciones de ácido y de base según Arrhenius, Bronsted-Lowry y Lewis. 3.2 Fuerza relativa de ácidos y bases en disolución acuosa. 3.3 Constantes Ka y Kw. 3.4 Concepto de pH. Ácidos fuertes y débiles. Uso de los diagramas de Flood. 3.5 Disoluciones amortiguadoras. Ecuación de Charlot. 3.6 Predicción cualitativa de las reacciones ácido base.
5T—10L 15 h	4. SOLUBILIDAD Y PRECIPITACIÓN 4.1 Solubilidad de sales poco solubles. 4.2 Expresión de la constante de equilibrio Ks y pKs. 4.3 Factores que afectan la solubilidad. Efecto de pH y ion común en la solubilidad. Condiciones para que ocurra la precipitación. 4.4 Precipitación selectiva. 4.5 Grupo I y III de cationes en la Marcha de Bunsen.
5T—10L 15 h	5. OXIDORREDUCCIÓN 5.1 Conceptos básicos: oxidante, reductor, oxidación, reducción, par redox conjugado. 5.2 Fuerza relativa de oxidantes y reductores. 5.3 Potenciales de reducción. 5.4 Reacción química y electroquímica. Ecuación de Nerst. 5.5 Predicción cualitativa de reacciones de óxido-reducción.
SUMA: 32T + 64L = 96 h	
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA	
1. Brown, T. L., Le May, H. E. Jr., Bursten, B. E., Burdge, J. R. <i>Química, la Ciencia Central</i> . 11ª Ed. Pearson Educación, México. 2009. ISBN 970-26-0468-0.	
2. Chang, R. <i>Química</i> 11ª Ed. McGraw-Hill, México. 2013. ISBN 9786071503077.	
3. Garritz, A., Gasque, L., Martínez, A. <i>Química Universitaria</i> . Pearson Educación, México. 2005. ISBN 9789702602927.	
4. Petrucci, R. H., William S. H., F. Geoffrey, H. <i>Química</i> , 10ª Ed. Prentice -Hall, México 2011 ISBN 94-205-3553-8.	
5. Ebbinz, D. D.. <i>Química General</i> . 5ª ed.. México. McGraw-Hill. 1997. ISBN 978-607-481-306-	

Figura 19 Captura del programa de estudios de QGII.

Semestre : 2° Semestre / Materia: Química General II / Clave:1211

- Paso 3: Descargar el programa de estudios de la asignatura de interés (en este caso de Biofarmacia) y recabar datos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

PROGRAMAS DE ESTUDIO
SÉPTIMO SEMESTRE

Asignatura BIOFARMACIA	Ciclo FUNDAMENTAL DE LA PROFESIÓN	Área FARMACIA	Departamento FARMACIA
HORAS/SEMANA			
OBLIGATORIA	Clave 1706	TEORÍA 2 h	PRÁCTICA 6 h
		CRÉDITOS 10	
Tipo de asignatura:		TEÓRICO-PRÁCTICA	
Modalidad de la asignatura:		CURSO	
ASIGNATURA PRECEDENTE: Ninguna.			
ASIGNATURA SUBSECUENTE: Ninguna.			
OBJETIVO(S): Que el alumno comprenda los procesos a los cuales el fármaco se somete a su paso por el organismo. (LADME) con aplicación en farmacocinética básica y clínica			
ATRIBUTOS DEL PERFIL DE EGRESO A CUYO LOGRO CONTRIBUYE LA ASIGNATURA			
<input checked="" type="checkbox"/> Diseño, evaluación y producción de medicamentos <input checked="" type="checkbox"/> Distribución, dispensación y uso racional de medicamentos <input type="checkbox"/> Producción de reactivos para diagnóstico <input type="checkbox"/> Diagnóstico de laboratorio <input checked="" type="checkbox"/> Investigación biomédica <input checked="" type="checkbox"/> Conservación del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales			
UNIDADES TEMÁTICAS			
NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD	UNIDAD		
3T-9P 12h	1. INTRODUCCIÓN 1.1 Definiciones y conceptos. 1.2 Introducción al sistema LADME.		
4T - 12 P 16 h	2. DISOLUCIÓN Y ABSORCIÓN GASTROINTESTINAL 2.1 Disolución de formas farmacéuticas sólidas. 2.2 Paso limitante de la absorción de fármacos. 2.3 pKa del fármaco y pH gastrointestinal. 2.4 Solubilidad en lípidos. 2.5 Factores de formulación que afectan la absorción de fármacos 2.6 Factores fisiológicos y patológicos que afectan la absorción. 2.7 Sistema de clasificación biofarmacéutico.		
2T-6P 8h	4. DISTRIBUCIÓN DE FÁRMACOS 5.1 Volumen de distribución. 5.2 Unión a proteínas y su significancia en la clínica. 5.3 Factores fisiológicos y patológicos que afectan la distribución.		
2T-6P 8h	5. METABOLISMO DE FÁRMACOS 5.1 Principales vías metabólicas de fármacos. 5.2 Importancia del Citocromo P450.3.		
Elaborado y revisado por: Profesores del Departamento de Farmacia		Aprobado por el H. Consejo Técnico el 4 de agosto de 2016	
		1/ 3	

	5.3 Influencia de los inductores e inhibidores enzimáticos en el metabolismo de fármacos.
2T-6P 8h	6. ELIMINACIÓN DE FÁRMACOS 6.1 Concepto de depuración. 6.2 Concepto de depuración. Eliminación renal de fármacos. 6.3 Concepto de depuración. Eliminación hepática de fármacos.
8T-24P 32h	7. FARMACOCINÉTICA 7.1 Modelo abierto de un compartimento. Administración intravenosa. 7.2 Cálculo de parámetros farmacocinéticos a) a partir de datos de concentración plasmática b) a partir de datos de concentración urinaria. 7.3 Modelo abierto de un compartimento administración extravascular: Farmacocinética de absorción de fármacos. 7.4 Determinación de la constante de velocidad de absorción a partir de datos de concentración sanguínea. 7.5 Determinación de la constante de velocidad de absorción a partir de datos de concentración urinaria. 7.6 Modelos multicompartmentales. 7.7 Cálculo de parámetros farmacocinéticos después de la administración intravenosa a partir de datos de concentración sanguínea.
5T-15P 20h	3. BIODISPONIBILIDAD DE MEDICAMENTOS 3.1 Definiciones y conceptos. 3.2 Evaluación de la biodisponibilidad absoluta. 3.3 Bioequivalencia y equivalencia terapéutica. 3.4 Diseño y análisis de un estudio de bioequivalencia. 3.5 Normatividad de bioequivalencia.
2T-6P 8h	8. INFUSIÓN CONSTANTE 8.1 Niveles de fármaco en el estado estacionario. 8.2 Dosis intravenosa e infusión.
2T-6P 8h	9. RÉGIMENES DE DOSIFICACIÓN 9.1 Aspectos prácticos de la dosificación múltiple. 9.2 Fracción al nivel estacionario. 9.3 Acumulación de fármacos en el organismo. 9.4 Diseño de un régimen de dosificación.
2T-6P 8h	10. FARMACOCINÉTICA CLÍNICA 10.1 Aplicaciones y casos.
SUMA: 32 T- 96P= 128 h	

Figura 20 Captura programa de estudios asignatura de semestre posterior.

Semestre : 7° Semestre / Materia: Biofarmacia / Clave: 1706

- Paso 4: Analizar el contenido temático de la asignatura y seleccionar el tema de interés que se relaciona con alguno de los temas de Química General II.

Asignatura BIOFARMACIA	Ciclo FUNDAMENTAL DE LA PROFESIÓN	Área FARMACIA	Departamento FARMACIA
HORAS/SEMANA			
OBLIGATORIA	Clave 1706	TEORÍA 2 h	PRÁCTICA 6 h CRÉDITOS 10
Tipo de asignatura:		TEÓRICO-PRÁCTICA	
Modalidad de la asignatura:		CURSO	
ASIGNATURA PRECEDENTE: Ninguna.			
ASIGNATURA SUBSECUENTE: Ninguna.			
OBJETIVO(S): Que el alumno comprenda los procesos a los cuales el fármaco se somete a su paso por el organismo. (LADME) con aplicación en farmacocinética básica y clínica			
ATRIBUTOS DEL PERFIL DE EGRESO A CUYO LOGRO CONTRIBUYE LA ASIGNATURA			
<input checked="" type="checkbox"/> Diseño, evaluación y producción de medicamentos <input checked="" type="checkbox"/> Distribución, dispensación y uso racional de medicamentos <input type="checkbox"/> Producción de reactivos para diagnóstico <input type="checkbox"/> Diagnóstico de laboratorio <input checked="" type="checkbox"/> Investigación biomédica <input checked="" type="checkbox"/> Conservación del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales			
UNIDADES TEMÁTICAS			
NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD	UNIDAD		
3T-9P 12h	1. INTRODUCCIÓN 1.1 Definiciones y conceptos. 1.2 Introducción al sistema LADME.		
4T - 12 P 16 h	2. DISOLUCIÓN Y ABSORCIÓN GASTROINTESTINAL 2.1 Disolución de formas farmacéuticas sólidas. 2.2 pKa del fármaco y pH gastrointestinal. 2.5 Factores de formulación que afectan la absorción de fármacos 2.6 Factores fisiológicos y patológicos que afectan la absorción. 2.7 Sistema de clasificación biofarmacéutico.		
2T-6P 8h	4. DISTRIBUCIÓN DE FÁRMACOS 5.1 Volumen de distribución. 5.2 Unión a proteínas y su significancia en la clínica. 5.3 Factores fisiológicos y patológicos que afectan la distribución.		
2T-6P 8h	5. METABOLISMO DE FÁRMACOS 5.1 Principales vías metabólicas de fármacos. 5.2 Importancia del Citocromo P450.3.		

Figura 21. Selección temática

Tema: pKa del fármaco y pH gastrointestinal / Unidad: 2. Disolución y absorción gastrointestinal

- Paso 5: Relacionarlo con el tema de Química General II

UNIDADES TEMÁTICAS	
UNIDAD	
1. ESTEQUIOMETRÍA EN REACCIONES COMPLETAS	
1.1. Balances de materia en reacciones químicas. Balances en la equivalencia. Balances en la no equivalencia. Reactivo limitante. Rendimiento en los procesos químicos.	
1.2 Solubilidad y reglas de solubilidad. Disoluciones y diluciones.	
1.3 Caracterización y clasificación. Preparación de los diferentes tipos de disoluciones. Expresiones de la concentración en unidades físicas y químicas (% en masa, molaridad y normalidad). Cálculos para la preparación de disoluciones.	
2. EQUILIBRIO QUÍMICO	
2.1 Reacciones cuantitativas. Reacciones no cuantitativas y reversibilidad.	
2.2 Orígenes cinéticos de la Ley de Acción de masas. Ley de Acción de Masas. Cociente de reacción y la constante de equilibrio, Keq, Kc, Kp.	
2.3 Sistemas homogéneos (gaseosos). Sistemas heterogéneos. Sistemas en disolución.	
2.4 Alteración de la condición de equilibrio. Aspectos cualitativos y tendencia al equilibrio químico. Temperatura, concentración, volumen, presión. Aspectos cuantitativos.	
2.5 Aplicación de la Keq a la predicción o cálculo de concentraciones al equilibrio (problemas). Aplicación de Keq cuando se altera la condición de equilibrio, para los cálculos de la nueva situación de equilibrio. Problemas numéricos.	
3. EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE EN SOLUCIÓN ACUOSA	
3.1 Definiciones de ácido y de base según Arrhenius, Bronsted-Lowry y Lewis.	
3.2 Fuerza relativa de ácidos y bases en disolución acuosa.	
3.3 Constantes Ka y Kw.	
3.4 Concepto de pH. Ácidos fuertes y débiles. Uso de los diagramas de Flood.	

Figura 22 Extracto programa de estudios

Tema: Constantes Ka y KW /Ácidos fuertes y débiles / Unidad: 3. Equilibrio ácido base en disolución acuosa

- Paso 6: Explicar la relación entre el tema de la asignatura de semestres posteriores con el tema perteneciente a la asignatura de Química General II.

Explicación : La mayoría de los fármacos son ácidos o bases débiles que se encuentran en las formas ionizada y no ionizada en un entorno acuoso. La forma no ionizada suele ser liposoluble (lipofílica) y difunde con facilidad a través de las membranas celulares. La forma ionizada es poco liposoluble (pero muy hidrosoluble, es decir, hidrofílica) y está sometida a una alta resistencia eléctrica, por lo que no le resulta fácil atravesar las membranas celulares. La proporción de la forma no ionizada presente (y, por lo tanto, la capacidad del fármaco para atravesar membranas) depende del pH ambiental y del pKa (constante de disociación ácida) del fármaco. (Golán, *et al.* , 2012)

De manera homóloga al proceso de análisis explicado anteriormente se realizó con todos los temas relacionados con QGII de cada una de las asignaturas que forman parte del programa de estudios de la licenciatura de QFB, encontrando la siguiente relación:

Asignatura y Unidad		Temas de la asignatura	Temas de QGII
Fisiología (0164) 3°	2-Potencial de membrana y excitabilidad celular	-Equilibrio de los iones. -Ecuación de Nernst	-Óxido reducción -Reacción química y electroquímica -Ecuación de Nernst
Farmacología 1 (1408) 4°	3-Farmacocinética	-Absorción de fármacos -Distribución fármacos -Eliminación de fármacos.	-Equilibrio ácido base en solución acuosa. -Fuerza relativa de ácidos y bases.
Microbiología General (1410) 4°	3-Nutrición microbiana	-Obtención de energía redox	-Óxido reducción -Potenciales de reducción

Bioquímica (1508) 5°	2- Membranas y transporte	Transporte transmembranal de solutos	Óxido reducción Reacción química y electroquímica. Ecuación de Nernst
	4-Glucolisis	Reacciones de la glucolisis	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
	5-Fosforilación oxidativa y fotofosforilación	Fosforilación oxidativa. Balance energético	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
	10.Metabolismo de lípidos	Oxidación de ácidos grasos. Balance energético	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
Toxicología (1614) 6°	2.La biotransformación de xenobióticos y su importancia toxicológica	Fase I del metabolismo : Oxidación, reducción e hidrólisis	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
	3. Estrés oxidante	Estrés oxidante	Óxido reducción fuerza relativa y potenciales de reducción
Biofarmacia (1706) 7°	2-Disolución y absorción gastrointestinal	pKa del fármaco y pH gastrointestinal	Disolución y diluciones. Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.
Bioquímica Clínica (1807) 8°	3-Función Renal	Equilibrio ácido base	Equilibrio ácido base en solución acuosa. Fuerza relativa de ácidos y bases.

Tabla 27 Relación de contenidos de QGII y plan de estudios de QFB.

Anexo 2: Relación de contenidos del temario de QGII y temas de farmacocinética.

A partir del análisis de contenidos realizado, se seleccionó el tema de farmacocinética debido a las múltiples materias donde converge y porque al ser QGII una materia de tronco común se requería de un tema de interés general para los estudiantes. Los fármacos y medicamentos se encuentran en la vida cotidiana y la familiaridad de los estudiantes con estos es adecuada, independientemente de la licenciatura a la que pertenecen.

La farmacocinética puede definirse de acuerdo con Rang, *et al.* (2012) como "*la medida y la interpretación formal de los cambios en el tiempo de la concentración de fármaco en una o más regiones del cuerpo en relación con la dosis*" y visto desde el punto de vista coloquial como «lo que el cuerpo le hace al fármaco». Los procesos farmacocinéticos incluyen la absorción, distribución, metabolismo y excreción, a menudo abreviados como ADME. (Golán, *et al.*, 2012)

A continuación, nos adentramos en un viaje desconocido para muchos pero que ocurre cada vez que tomamos un medicamento, todo esto enfocado desde el contenido temático de la asignatura de Química General II, impartida en la Facultad de Química de la UNAM.

Liberación

Al tomar un medicamento por vía oral, lo primero que tiene que ocurrir es que se libere de la forma farmacéutica y se disuelva en el medio, este proceso se aborda en el tema de disolución de formas farmacéuticas sólidas que pertenece a la segunda unidad, titulada disolución y absorción gastrointestinal de la asignatura Biofarmacia (1706) impartida en el séptimo semestre. Se analizará desde la perspectiva del tema de disoluciones, diluciones y apoyará a la explicación de las diversas formas de expresar la concentración.

Absorción

Una vez disueltos, los fármacos administrados por vía oral avanzan por el organismo como si fueran alimentos y se van absorbiendo a lo largo del aparato digestivo. Aunque la absorción se puede producir en cualquier zona, el intestino delgado es el tramo del tracto gastrointestinal especializado en ello, debido a sus características fisiológicas que le confieren mayor superficie activa de absorción.

Desde el punto de vista de la farmacocinética debemos entender que la absorción se trata del paso de un fármaco, desde el lugar de absorción, de un medio externo a la sangre que se puede llevar a cabo a través de difusión pasiva o por transporte especializado (Difusión facilitada, transporte activo, filtración o pinocitosis) En el caso de la difusión pasiva esta se produce a favor del gradiente de concentración y tiende a igualar las concentraciones entre las membranas.

Este proceso es visto en distintas asignaturas de la licenciatura de Química Farmacéutico Biológica, que incluyen, el tema de farmacocinética de Farmacología (1408), transporte transmembranal de soluto de Bioquímica (1508) y al de absorción gastrointestinal de Biofarmacia (1706) y lo relacionaremos con el tema de Ácidos y bases débiles de QGII, ya que la mayoría de los fármacos son ácidos o bases débiles que se encuentran en las formas ionizada y no ionizada en un entorno acuoso. La forma no ionizada suele ser liposoluble y difunde con facilidad a través de las membranas celulares, mientras que la forma ionizada es hidrosoluble y está sometida a una alta resistencia eléctrica, por lo que no le resulta fácil atravesar las membranas celulares.

Además la proporción de la forma no ionizada presente depende del pH del órgano donde se encuentre y del pKa del fármaco, que corresponde al pH en el cual las formas ionizada y no ionizada están presentes en concentraciones idénticas, dicho en otras palabras, cuando el pH es menor que el pKa, en el caso de un ácido débil predomina la forma no ionizada, pero en las bases débiles la forma predominante es la ionizada.

Distribución



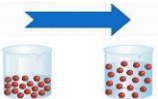

La absorción es solo el principio del viaje del medicamento en el organismo, tras su acceso al torrente sanguíneo, éste debe viajar hasta el lugar de acción, es decir hasta el sitio donde se encuentra la patología que debe curar, este proceso se relaciona también con el paso transmembranal y depende de las características fisicoquímicas del fármaco, por lo que también se analizará desde el punto de vista de los ácidos y bases débiles.

Metabolismo

Desde el momento que ingerimos el medicamento, nuestros órganos encargados de protegernos frente a sustancias extrañas se ponen en acción. Necesitamos inactivar los tóxicos cuando ya no hagan falta. Este proceso se produce principalmente en el hígado, y consiste en convertir o transformar químicamente los fármacos en compuestos más fáciles de eliminar. Este proceso es estudiado en el tema de función hepática de bioquímica (1508) y en el tema de fase I del metabolismo: Oxidación, reducción e hidrólisis de toxicología (1614) y se puede relacionar con el tema de QGII de conceptos básicos, fuerza relativa y potenciales de reducción.

Excreción

Y por último, la última fase del ciclo LADME es la excreción. Los fármacos son expulsados de nuestro organismo mediante el proceso de excreción. Éstos se pueden eliminar tras la metabolización o inalterados. Las vías de salida son diversas, siendo las más importantes las vías urinaria y biliar-entérica. También puede excretarse por sudor, saliva, leche y epitelios descamados. Se relaciona con el tema de farmacocinética de Farmacología (1408), función renal de bioquímica (1508) y con equilibrio ácido base de QGII.

UII 1. Disoluciones y diluciones	
IE.UII 1.S1= Conceptos básicos de disoluciones y farmacocinética	
<p>CONCEPTOS TEÓRICOS QGII:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es un soluto? • ¿Qué es un disolvente? • ¿Qué es una disolución? <p>CONCEPTOS FARMACOCINÉTICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con tus propias palabras define farmacocinética. • ¿Cuál es la diferencia entre un fármaco y un medicamento? 	
IE.UII 1.S1= Disoluciones en la industria farmacéutica	
<ul style="list-style-type: none"> • Una tableta contiene 500 mg de paracetamol, el volumen de medio a utilizar para la prueba de disolución es de 800 mL ¿Cuál es la concentración de paracetamol expresada en mg/mL? • Si la densidad de la disolución es de 1.8 g/mL ¿Cómo expresarías la concentración en % masa? 	
IE.UII1.S3= Disoluciones y fármacos en la vida cotidiana	
<p>El doctor le recetó a Ángel tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.20 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 0.70 g/mL ¿Cuál será el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 0.70 g/mL?</p>	
IE.UII 1.S4= Disoluciones y diluciones de fármacos.	
	<p>María tiene una enfermedad renal y le recetaron disolver un sobre al día de Cetolan®, el cual contiene 3150 mg de "alfa cetoanálogos de aminoácidos" . Si cada sobre de 10g y se disuelve en agua hasta completar 200 mL de disolución. ¿Cuál será la concentración del fármaco en el vaso de agua?</p>
	<p>Se requiere preparar medio litro de una disolución de HCl con concentración 0.1 mol/L. Calcula el volumen de ácido clorhídrico 5 mol/L, necesario para preparar esa disolución. ¿Cuál es el factor de dilución?</p>
	<p>El doctor le recetó a María tomar 10 mL de un jarabe cuya concentración es 0.50 g/mL, pero en la farmacia solo venden jarabe con concentración de 2.00 g/mL Calcula el volumen que deberá tomar del jarabe de concentración 2.00 g/mL y a partir de eso responde ¿Cuál es la razón de dilución?</p>

IE.U11.S5 = Examen disoluciones y diluciones en un contexto profesional

CONTEXTO: Los centros de mezclas son establecimientos autorizados para la preparación y dispensación de mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas. El médico pide al centro de mezclas del hospital preparar 250 mL de disolución de fenitoína (fármaco anticonvulsivo) en solución salina al 0.25% m/V para administrar de forma intravenosa. Si usted fuera el responsable del centro de mezclas, realice los cálculos correspondientes para:

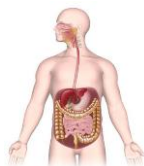
- Saber cuántos mg de fármaco se requieren para preparar la disolución a partir de fenitoína sólida y solución salina.
- Preparar la disolución a partir de fenitoína 0.1 mol/L y determinar el factor de dilución.

U11 2. Equilibrio químico ácido base

IE.U112.S7= Absorción y distribución de fármacos en el organismo.



Retomando el ejercicio revisado en la clase. El naproxeno es un ácido débil con $pK_a = 5.0$, si ahora está en la sangre ($pH = 7.4$) para ser distribuido ¿Cuál será el porcentaje de especie ionizada y cuál el porcentaje de no ionizada?



De acuerdo con los valores de pH, diga en que parte del tracto digestivo se absorberá más el ácido acetilsalicílico (pK_a de 3.5). Si el pH del estómago es de 1.5 y en el intestino de 6.0.

E.U112.S8. Examen absorción y distribución de fármacos

3. El ibuprofeno es un ácido débil con un $pK_a = 4.4$ ¿Qué porcentaje se absorberá (especie no ionizada) y que porcentaje no se absorbe en el estómago, si este tiene un $pH = 1.2$?

IBUPROFENO		
Estructura		
Ionizada / No ionizada	No ionizada	Ionizada
Se absorbe / No se absorbe	Se absorbe	No se absorbe
% en estómago	99.94%	0.06%

IE.U12.S9. Cuestionario de opinión sobre las UII y la química.

Acerca del uso de materiales en contexto en las UII

Pregunta	TD	D	I	A	TA
Los materiales en contexto fueron sencillos de utilizar					
La asesoría del profesor y de la asesora que modeló los ejercicios fue útil					
Recomiendo el uso de materiales en contexto para otro curso					
Trabajaría otro curso con materiales en contexto con agrado.					
Disfrute de la presencia y resolución de los materiales en contexto.					
Actitudes hacia la química					
Este curso de química me parece más agradable que otros cursos					
Los símbolos utilizados en la clase me parecen difíciles de entender					
Me gustaría tener clases de química con mayor frecuencia					
La química sirve para conocer aspectos de nuestra vida cotidiana					
Resuelvo con facilidad los problemas de química					
Me aburro durante las clases de química					
El desarrollo de la química mejora nuestra calidad de vida					
La esperanza de resolver problemas en el área de salud está en la química					
La química es una ciencia muy compleja para mi nivel académico					
El lenguaje de la química y sus símbolos son fáciles de entender					
La profesión de químico es poco interesante					
Desearía tener pocas clases de química					
Comprendo los conceptos de química con facilidad.					
Este curso de química es interesante.					
Los conocimientos en química son necesarios en el desarrollo de mi carrera					