

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

ESCUELA DE FARMACIA

**PROPUESTA DE UN CAMBIO DEL PLAN DE ESTUDIO EN
LOS CURSOS DE BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA DE
LA CARRERA DE FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS EN LOS MESES DE
MAYO-NOVIEMBRE 2021**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN FARMACIA**

KARLA PRISCILLA ÁLVAREZ JIMÉNEZ

TUTORA: DRA. MELISSA MARTÍNEZ DOMÍNGUEZ

SEDE ARANJUEZ

JULIO, 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Capítulo I. Problema | 17 |
| Planteamiento del problema | 17 |
| Objetivos | 19 |
| Objetivo general | 19 |
| Objetivos específicos | 19 |
| Justificación | 19 |
| Antecedentes | 22 |
| Antecedentes históricos | 22 |
| Antecedentes nacionales | 27 |
| Proyecciones | 28 |
| Capítulo II. Marco teórico..... | 29 |
| Historia y evolución de la Farmacia..... | 29 |
| Sociedad arcaica a la Edad Media..... | 30 |
| Mesopotamia..... | 30 |
| Egipto..... | 31 |
| India y China..... | 32 |
| Grecia..... | 35 |
| Roma..... | 36 |
| Edad Media al siglo XX | 38 |

| | |
|---|----|
| El mundo árabe. | 38 |
| Siglo XIII. | 40 |
| Renacimiento (S. XV). | 43 |
| Barroco (S. XVII). | 45 |
| Ilustración (S. XVIII). | 47 |
| Siglo XIX. | 51 |
| Siglo XX. | 54 |
| Historia y evolución de la farmacia costarricense | 57 |
| Educación farmacéutica. | 59 |
| Conceptualización del curriculum/currículo | 65 |
| Acepciones o tipos de currículo | 74 |
| Currículo formal y currículo real. | 74 |
| Currículo ofrecido y currículo asimilado. | 74 |
| Currículo informal o complementario. | 74 |
| Currículo nulo. | 75 |
| Dimensiones, niveles y documentos curriculares | 76 |
| Importancia de los cambios curriculares | 77 |
| Planificación curricular de un plan de estudios. | 79 |
| Etapas de diseño del plan de estudios. | 80 |
| Perfil académico profesional, definición. | 80 |

| | |
|---|----|
| Criterios para la elaboración de un PAP..... | 81 |
| Fases para elaborar el perfil académico profesional. | 81 |
| Áreas del perfil académico profesional..... | 83 |
| Área académica. | 83 |
| Área personal. | 84 |
| Área laboral. | 85 |
| El plan de formación..... | 86 |
| La administración curricular. | 87 |
| La evaluación curricular. | 87 |
| Perfil farmacéutico actual..... | 87 |
| Perfil del egresado..... | 87 |
| Áreas de desempeño..... | 89 |
| Industria farmacéutica. | 89 |
| Farmacia Clínica. | 90 |
| Farmacia Hospitalaria. | 92 |
| Farmacia Comunitaria. | 93 |
| Docencia e investigación. | 94 |
| Referentes curriculares..... | 96 |
| Importancia de su utilización..... | 97 |
| Referentes nacionales..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| Universidad de Costa Rica (UCR)..... | 98 |
| Trayectoria. | 98 |
| Facultad de Farmacia. | 99 |
| Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. | 100 |
| Universidad de Ciencias Médicas (Ucimed). | 101 |
| Trayectoria. | 101 |
| Facultad de Farmacia. | 102 |
| Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. | 103 |
| Referentes internacionales..... | 104 |
| Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)..... | 104 |
| Trayectoria. | 104 |
| Facultad de Farmacia. | 105 |
| Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. | 106 |
| Universidad Complutense de Madrid (UCM). | 107 |
| Trayectoria. | 107 |
| Facultad de Farmacia. | 109 |
| Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. | 111 |
| Universidad del Atlántico (UniAtlántico). | 112 |
| Trayectoria. | 112 |
| Facultad de Farmacia. | 114 |

| | |
|---|-----|
| Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. | 115 |
| Enseñanza de Biofarmacia y Farmacocinética | 116 |
| Algunos contenidos de la enseñanza | 117 |
| Introducción de Biofarmacia y Farmacocinética. | 117 |
| Administración y absorción de fármacos. | 118 |
| Intravasculares. | 119 |
| Vía intravenosa (IV). | 119 |
| Extravasculares. | 121 |
| Vía oral. | 121 |
| Vía intramuscular (IM). | 121 |
| Vía subcutánea (SC). | 122 |
| Vía bucal y sublingual. | 122 |
| Vía rectal. | 122 |
| Vía vaginal. | 123 |
| Vía inhalatoria o pulmonar. | 123 |
| Vía nasal. | 123 |
| Distribución. | 127 |
| Fijación a elementos formes de la sangre. | 127 |
| Unión a proteínas plasmáticas. | 127 |
| Distribución tisular. | 129 |

| | |
|--|-----|
| Eliminación..... | 130 |
| Biotransformación/metabolismo de principios activos..... | 130 |
| Excreción de principios activos..... | 133 |
| Modelos farmacocinéticos..... | 135 |
| Modelo monocompartimental..... | 136 |
| Modelo bicompartimental o multicompartimental..... | 137 |
| Biodisponibilidad y bioequivalencia..... | 138 |
| Nuevos conocimientos/avances..... | 139 |
| Capítulo III. Marco metodológico..... | 141 |
| Enfoque de la investigación..... | 141 |
| Diseño de la investigación..... | 141 |
| Fuentes de información..... | 142 |
| Fuentes primarias..... | 142 |
| Fuentes secundarias..... | 142 |
| Fuentes terciarias..... | 143 |
| Muestra de la investigación..... | 143 |
| Criterios de inclusión..... | 144 |
| Criterios de exclusión..... | 144 |
| Unidad de análisis..... | 144 |
| Instrumentos..... | 145 |

| | |
|--|-----|
| Proceso de recolección y análisis de datos..... | 146 |
| Capítulo IV. Análisis de los resultados..... | 147 |
| Resultados del objetivo n.º 1 | 147 |
| Resultados del objetivo n.º 2 | 155 |
| Resultados del objetivo n.º 3 | 189 |
| Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones..... | 198 |
| Conclusiones | 198 |
| Recomendaciones..... | 200 |
| Referencias..... | 202 |
| Apéndices..... | 213 |
| Apéndice A. Instrumento hoja de cotejo para los planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Licenciatura en Farmacia | 213 |
| Apéndice B. Planes de estudio del curso de Biofarmacia en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas..... | 217 |
| Apéndice C. Planes de estudio del curso de Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas | 219 |
| Apéndice D. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad de Costa Rica..... | 221 |
| Apéndice E. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad de Ciencia Médicas | 227 |
| Apéndice F. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad del Atlántico | 231 |

| | |
|---|-----|
| Apéndice G. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Nacional Autónoma de México..... | 234 |
| Apéndice H. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid | 237 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1 Vías de administración intravascular | 121 |
| Tabla 2 Matriz de codificación de categorías | 144 |
| Tabla 3 Características del perfil de egreso | 148 |
| Tabla 4 Criterios para la revisión del perfil y sus preguntas relevantes para analizar el perfil de egresado | 149 |
| Tabla 5 Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad de Costa Rica | 156 |
| Tabla 6 Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad de Ciencias Médicas | 161 |
| Tabla 7 Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad del Atlántico..... | 167 |
| Tabla 8 Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México | 173 |
| Tabla 9 Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Complutense de Madrid..... | 179 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 Plan de estudios de Farmacia en 1897 | 62 |
| Figura 2 Lo que implica el currículo | 72 |
| Figura 3 Fases para elaborar el perfil académico profesional | 83 |
| Figura 4 Concepto de conocimiento y habilidades | 84 |
| Figura 5 Concepto de valores y actitudes | 85 |
| Figura 6 Valores y actitudes básicas para la formación superior | 85 |
| Figura 7 Concepto y tipos de responsabilidades | 86 |
| Figura 8 Áreas de conocimiento necesarias | 88 |
| Figura 9 Función de ejercicio profesional del farmacéutico en el área industrial | 90 |
| Figura 10 El proceso de cuidado farmacéutico | 91 |
| Figura 11 Funciones del farmacéutico hospitalario | 92 |
| Figura 12 Áreas de los servicios de Farmacia Hospitalaria | 93 |
| Figura 13 Áreas de ejercicio profesional farmacéutico en algunos países de América y el Caribe | 96 |
| Figura 14 Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad de Costa Rica | 101 |
| Figura 15 Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad de Ciencias Médicas | 104 |
| Figura 16 Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad Nacional Autónoma de México | 107 |
| Figura 17 Materias que constituyen el módulo y sobre las que se versarán los contenidos para adquirir las competencias | 111 |
| Figura 18 Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad Complutense de | |

| | |
|--|-----|
| Madrid..... | 112 |
| Figura 19 Electivas de profundización 2020-1 | 115 |
| Figura 20 Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad del Atlántico..... | 116 |
| Figura 21 Factores determinantes en la respuesta farmacológica de un fármaco | 119 |
| Figura 22 Mecanismos de transporte de fármacos..... | 125 |
| Figura 23 Factores fisiológicos y patológicos que alteran la unión a proteínas plasmáticas | 128 |
| Figura 24 Reacciones de biotransformación de fase I | 132 |
| Figura 25 Reacciones de biotransformación de fase II..... | 133 |
| Figura 26 Representación del modelo monocompartimental | 137 |
| Figura 27 Representación del modelo bicompartimental | 138 |

CAPÍTULO I. PROBLEMA

Planteamiento del problema

El profesional en Farmacia, al igual que en otras áreas de la salud, experimenta gran cantidad de cambios, evidenciados en las últimas décadas mediante la expectativa que la sociedad tiene o espera en el acto del ejercicio profesional como farmacéutico, es decir, en épocas pasadas, el enfoque principal se basaba en la preparación, dispensación y conservación de los medicamentos. Sin embargo, en la actualidad, se centra en la atención personalizada del paciente, por este motivo, se afirma que no hay enfermedades, sino enfermos (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2016).

Según la OPS (2016), tradicionalmente, el farmacéutico se había identificado como un experto en medicamentos, conocedor del fármaco, desde su obtención y desarrollo hasta su beneficio final para el individuo o paciente, mientras que ahora existe un nuevo abordaje profesional, en donde se reconoce a los medicamentos como insumos terapéuticos importantes, pero no los únicos, lo que cambia el enfoque de actuación hacia el individuo, la familia y la comunidad. Ese panorama muestra la importancia que tiene la educación para el desarrollo de los profesionales, ya que es difícil lograrlo si no existe una continua actualización y mejoramiento de contenidos curriculares, este es el caso la Licenciatura en Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Su plan de estudio vigente es del año 1997, por lo que resulta de aproximadamente más de dos décadas los contenidos no se han sometido a un análisis sistemático de contenidos, estructuras y sentidos y tiene como consecuencias el acúmulo desarticulado de los mismos. Otras consecuencias o más bien factores que generan la necesidad de estos cambios son la sociedad de la información, el impacto del mundo tecnológico y científico, la internacionalización de la economía y la globalización. García, Olivo y Velasco (1981, citados en Díaz *et al.*, 2012) afirman que para que la investigación en el campo curricular sea efectiva:

Ésta [sic] debe actuar sobre la realidad y no sólo describirla. Debe comprometer al investigador con la necesidad de mejorar el sistema educativo a través del análisis de sus objetivos, recursos, procesos, resultados y del contexto en el cual está

inmerso el sistema [...] En la medida en que la investigación educativa tome en cuenta las características del contexto demográfico, socioeconómico y cultural del país, esta podría contribuir realmente al cambio social (pp. 22-23).

Se sabe que la educación es una importante manifestación de la superestructura y su función politicosocial solo se puede explicar científicamente a partir del análisis objetivo de las relaciones sociales, de las formas económicas de la sociedad, de la lucha de clases y sus ideas. Esta etapa que vive la sociedad, en la que el progreso científico y técnico se caracteriza por los ritmos acelerados de la ciencia y la técnica de forma competitiva, exige una constante actualización y adecuación del contenido de los planes de estudio conforme a las necesidades presentes y, más importante todavía, de las futuras, circunstancia que no sucede en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (Rojas, 2014).

La universidad se ha quedado atrás en cuanto al destacarse en la realidad práctica, al abrirse camino en el ámbito clínico de manera tan lenta como sólida para ofrecer un marco todavía más racional del uso de los medicamentos, enfocándose en aspectos del tratamiento que permiten optimizar el manejo de los fármacos, tanto en los aspectos relacionados con la eficacia como con la seguridad, es decir, la evaluación biológica de los fármacos. Según Fernández (2008) es necesario resaltar que la actualización permanente sobre este tema debe ser tarea del colectivo docente a través del trabajo metodológico, por ser un contenido donde se producen nuevos conocimientos en corto tiempo.

Debido a que el mundo se encuentra en constante evolución, esto demanda profesionales con una formación que incluya características como la creatividad, el ingenio y una cultura de trabajo orientada a obtener mayor productividad y más calidad. Además, es indispensable poseer sólidos conocimientos científicos innovadores, de lo contrario, los conocimientos que las personas estudiantes adquieran durante la universidad no serán aplicables en el momento de obtener su título profesional y ejercer su carrera. Es decir, no estarían capacitados al nivel de los avances científicos, tecnológicos, prácticos y sociales, así como valores éticos y morales, lo que podría afectar negativamente en la salud de las personas, con el riesgo de incurrir en malas prácticas y, por ende, enfrentar consecuencias penales.

En relación con la problemática expuesta surge la siguiente interrogante: ¿Cómo lograr un adecuado y actualizado cambio del plan de estudio en los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética

de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas en los meses de mayo - noviembre 2021?

Objetivos

Objetivo general

Proponer un cambio del plan de estudio en los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas en los meses de mayo-noviembre 2021.

Objetivos específicos

1. Definir un perfil del estudiante egresado de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas relacionado con los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética.
2. Comparar los referentes académicos nacionales e internacionales en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética que integran el plan de estudios de la carrera de Farmacia en relación con el plan vigente de la Universidad Internacional de las Américas.
3. Presentar una propuesta de plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Justificación

Esta investigación resulta de gran importancia, toda vez que los programas académicos de la Universidad Internacional de las Américas, con el transcurso del tiempo han quedado desactualizados, en especial en los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética, por lo tanto, requieren una minuciosa revisión y transformación, tomando en cuenta las necesidades actuales para obtener profesionales mejor capacitados y, de esa forma, brindar un servicio de mayor calidad, lo que resulta ser un derecho y beneficio para la población. Como Icarte y Labate (2016) mencionan:

Las mallas curriculares que se elaboran son productos que apuntan al logro de unas competencias establecidas previamente, pero que en ocasiones no están todavía del

todo *maduras* en términos de su coherencia con el perfil de egreso (que la encuadra) y los programas de asignaturas (que se desprenden de ella) (p. 4).

Es decir, todo lo anterior se logra al asegurar la calidad de los procesos de aprendizaje. Es decir, son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que la educación que se está brindando cumple con los requisitos sobre la calidad. El aseguramiento de la calidad universitaria se presenta por la revisión del currículo, lo que incluye el proceso de control, cambios producidos en la disciplina profesional o en las estrategias de enseñanza y un rediseño del currículo (Icarte y Labate, 2016).

Existen entidades interesadas en la calidad académica de las instituciones de educación superior, como el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (Sinaes) en Costa Rica. Pertenecer a este sistema implica muchos beneficios para diferentes sectores, para las instituciones, tener una acreditación permite ofrecer un servicio que se diferencie en cuanto a calidad y no por otros aspectos, además, poseen una mayor oportunidad de obtener cooperación internacional y participar en el intercambio académico con universidades alrededor del mundo (Sinaes, 2021).

Según Sinaes (2021), para las personas estudiantes y futuros egresados, contar con una carrera que esté acreditada les permitirá tener prioridad en el momento de contrataciones, ya que existe la Ley n.º 8798 que establece lo mencionado. En cuanto a los empleadores, contar con un profesional egresado de una carrera acreditada les asegura que cuente con información actualizada y, en caso de que el trabajador no esté capacitado, la acreditación exige a la universidad llevar a cabo una actualización académica a sus graduados.

Por esto, el interés de llevar a cabo este trabajo consiste en que la UIA mejore y aporte contenidos curriculares a partir de un cambio profundo para la formación académica de los futuros profesionales, con capacidad de crear nuevas formas o rutas para que las personas estudiantes puedan integrar los conceptos de una forma novedosa y más centralizada, ya que, en la actualidad, puede existir un vacío en contenidos y el modelo de enseñanza de estos cursos. Esto beneficia a estudiantes, posibles pacientes, quienes recibirán atención asertiva, empleadores (para contratar a profesionales de calidad) y para las propias instituciones de educación superior.

Cabe mencionar, que esta investigación colaborará para resolver una problemática real que tiene la Universidad Internacional de las Américas, ya que, como implicaciones prácticas, esta institución posee un plan de estudio de muchos años de antigüedad que no ha sido actualizado desde la creación de la Facultad de Farmacia. Esta necesita un cambio y actualización, tomando en cuenta la oferta y demanda, lo que mejorará la calidad de la educación, así como el servicio que brindarán los profesionales egresados de esta institución, consecuentemente habrá mayor oferta laboral.

Patrón y Cisneros (2013) refieren que las recomendaciones principales de las pymes para mejorar la formación de los licenciados en Contaduría son la actualización de planes y programas de estudio, la vinculación empresarial, mayor práctica que complemente los aspectos teóricos y la capacitación continua de las personas docentes. Agrega testimonios de los empresarios: “En la escuela se enseñan ciertos conocimientos, pero cuando egresan los profesionistas ya no aplican por el acelerado cambio de mundo globalizado” (p. 106). Esta misma situación ocurre con los profesionales de salud, en este caso en Farmacia, quienes deben actualizarse constantemente y la universidad debe ofrecerles planes de estudios modernos y actualizados para que puedan ser servidores competitivos.

Según lo anterior, Pinto, Castaño y Arbeláez (2001) comparten que la salud en el entorno mundial está relacionada directamente con el avance científico, investigación médica y el desarrollo del conocimiento, por lo tanto, investigar nuevas formas que ayuden a la actualización científica por medios diferentes a los tradicionales se vuelve fundamental para aquellos que trabajan o trabajarán en el futuro, como las personas profesionales en Medicina, en Farmacia, entre otras. Sin embargo, la competitividad y el conocimiento son inseparables, por lo que surge la necesidad de mantenerse actualizados, tanto en el conocimiento científico como en el aplicado, el problema es que con la velocidad que evoluciona la ciencia y la dificultad para apropiarse de ese conocimiento resulta compleja su ejecución.

Este trabajo tiene utilidad metodológica respecto a la definición de conceptos, como la importancia de un cambio del plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética. Estos están desactualizados, lo que causa estancamiento en la evolución del egresado como profesional, sociedad y como país. Esta investigación aporta un plan de estudio actualizado, moderno y competitivo, de la misma forma permite producir profesionales destacados en el área

de la salud, que son de gran utilidad y necesidad en el país, lo que promueve áreas de trabajo relacionadas con el desarrollo de nuevos agentes terapéuticos, condición indispensable para su aprobación a los efectos de la introducción en la práctica social, lo que hace posible la expansión de la industria y servicios farmacéuticos (Fernández, 2008).

Según Tünnermann (2011), el lugar que cada país ocupa en un nuevo contexto internacional y las posibilidades de lograr una inserción beneficiosa se determinan por la pertinencia, calidad y equidad de los sistemas educativos. Por lo tanto, para que la educación superior desempeñe ese rol tan importante, requiere de innovaciones profundas, pero no pueden ser durante periodos muy extensos, deben consistir en un proceso permanente y continuo para que se mantengan actualizados, se debe retar la imaginación y replantear los objetivos, misión y funciones de las instituciones de educación superior, sin olvidar impregnarla de valores.

Antecedentes

Antecedentes históricos

En el libro denominado *Currículo y Didáctica*, Ortiz (2014) menciona que los historiadores de la educación sitúan el nacimiento de la teoría y la investigación curricular en 1918, cuando se publicó el libro *The Curriculum* (El currículo) de Franklin Bobbitt, profesor de la Universidad de Wisconsin (Estados Unidos). Las teorías curriculares han sido numerosas y diversas a través del tiempo, por lo que reflejan concepciones y tendencias sobre la sociedad, el ser humano, la educación, la formación, el aprendizaje, entre otros. Agrega que se identificaron 100 enfoques surgidos en Norteamérica, los cuales agrupó en cuatro categorías, bajo el concepto de *concepciones del currículo como experiencia*:

- Experiencia que el estudiante obtiene en la escuela.
- Sobre aprendizaje, planificadas, dirigidas y supervisadas por la escuela.
- Ideadas u ofrecidas para lograr determinados cambios en las personas estudiantes.
- Las que la escuela propone con la finalidad de alcanzar determinados objetivos.

Bolívar (1999) en el artículo denominado *El curriculum como un ámbito de estudio* menciona que el currículo como una disciplina se reconoce con un: “Conjunto de conceptos,

teorías explicativas y discursos que legitiman la enseñanza y las prácticas curriculares, así como, al mismo tiempo, una estructura e instrumento para racionalizar la práctica” (s. p.). Este surgió a principios del siglo XX como resultado de la regulación de la educación en un sistema formal y masivo, en el desarrollo de la psicología experimental, del pragmatismo justo en el inicio de la era industrial, así como otros aspectos relacionados con un cambio en la dinámica social de esa época.

En Costa Rica, Barahona (1999) en el artículo producto de una investigación de carácter descriptivo, correlacional, llamado *Opinión de algunos docentes universitarios sobre los criterios de valoración académica para la acreditación de carreras o programas de las instituciones de educación superior*, cuyo objetivo era indagar acerca de la opinión de algunos docentes universitarios de las Universidades de Costa Rica y Nacional respecto a si los criterios de valoración académica son adecuados o no para evaluar la calidad de sus carreras o programas para ingresar en un proceso de acreditación, lo que resulta sin diferencias de opinión en términos de la Universidad o Unidad Académica donde laboran. Sin embargo, se muestran pocas diferencias con respecto a atributos o características de las personas docentes.

Por otro lado, Bazante (2006), en el artículo denominado *Breve historia del currículo y la formación de maestros en Colombia*, presenta un corto resumen de la historia de la educación en su país. Se resalta la relación currículo y formación de maestros, muestra al currículo en su concepción precaria que lo liga solo con el plan de estudios y algunas intencionalidades no muy definidas que obedecen al devenir de una historia llena de altibajos en los que la guerra ha sido el principal protagonista y en la que los gobernantes acudieron a recursos ocasionales que tenían que ver más con la improvisación que con el desarrollo económico y político del país.

Sin embargo, la rápida evolución del proceso de globalización ha llevado a seguir el mismo derrotero de improvisaciones que cambian de acuerdo con el saber y entender del administrador de turno que llega al gobierno. Generalmente esto es cambiante y su moldeamiento se hace de acuerdo con intereses foráneos que obstaculizan la posibilidad de un desarrollo de acuerdo con sus propios intereses, sin importar el bien común o social. Finalmente, concluye con un llamado a las personas docentes sobre la importancia de que construyan su propia historia y rescaten el papel que les corresponde, tanto en la sociedad como en la cultura (Bazante, 2006).

Antecedentes internacionales

En España, Otero y Álvarez (2010) en el artículo *Adaptación de la materia Biofarmacia y Farmacocinética al EEES en el nuevo grado de Farmacia de la Universidad de Santiago de Compostela*, plantearon como fin analizar los cambios que la implantación de grado supone para esta materia en las enseñanzas farmacéuticas, lo que resulta que en el nuevo grado, la asignatura Biofarmacia y Farmacocinética se divide en dos cursos cuatrimestrales de 4,5 y 6 créditos, respectivamente. Los contenidos de Farmacocinética se darán antes que los de Biofarmacia, debido a la necesidad de coordinar los contenidos de Biofarmacia en rutas de administración con tecnología farmacéutica III en las formas farmacéuticas. Para esto, recomiendan el uso de nuevas metodologías (promoción del aula virtual, aprendizaje basado en problemas, implementación de enfoques novedosos para la evaluación de las personas estudiantes).

La tesis titulada *Evaluación curricular de la carrera de Farmacia en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia a partir de la perspectiva del egresado* realizada por Camelo (2012), tenía como objetivos mostrar la relevancia de la evaluación curricular como proceso que permite llevar a cabo ajustes al currículo y retroalimentación, así como profundizar en la percepción de los egresados respecto a su formación y desempeño laboral mediante un enfoque metodológico mixto que permitió integrar dos técnicas de recolección de datos y análisis; una cuantitativa, la encuesta, y otra cualitativa, la entrevista. El objetivo del método mixto fue generar más puntos de vista o perspectivas que si se hubiese usado una sola técnica.

Según los resultados, el profesional químico farmacéutico encuestado desempeña predominantemente en el sector industrial (50 %), seguido del sector asistencial (24.4 %) y el sector gubernamental (10.6 %), solamente el 6.4 % de los egresados encuestados han creado empresas, además, se ubican rápidamente durante el primer año de egreso, principalmente en la región andina (80 %). Con base en los resultados, llegó a la conclusión de que el desempeño profesional de los egresados y la mirada que pueden ofrecer sobre la formación recibida previa a su ejercicio y el impacto en el campo laboral pueden retroalimentar al currículo puesto en práctica de un programa académico (Camelo, 2012).

En contexto diferente, Sorzano (2015) llevó a cabo su tesis *Un enfoque de procesamiento de señales para el análisis de datos de Farmacocinética, farmacodinámica y Biofarmacia (A signal processing approach to pharmacokinetics, pharmacodynamics and biopharmaceutics data analysis)*, en España; su objetivo era dotar de un escenario de sistemas discretos a los problemas

encontrados en Biofarmacia, Farmacocinética y Farmacodinamia. La autora defendía que el modelado biofarmacéutico, farmacocinético y farmacodinámico pueden unificarse desde una perspectiva de ingeniería en un marco común de señales (dosis, concentraciones y cantidad total de fármaco) y sistema (el paciente y el sistema de medida).

Entre los resultados está la aplicación de todos los principios a ejemplos concretos de modelado y estimación de parámetros en diferentes aplicaciones de Farmacocinética, Farmacocinética Clínica, Toxicocinética, Farmacodinámica y Biofarmacia. A la vez, muestra cómo el nuevo marco de análisis abre la puerta de estudio de situaciones vedadas con anterioridad a las herramientas que se utilizaron de forma tradicional en la práctica farmacéutica, como el ajuste simultáneo a dos vías de administración, el análisis con parámetros viables con el tiempo y el análisis de sistemas no lineal (Sorzano, 2015).

Arias (2015) en su tesis *Evaluación de la coherencia, pertinencia y consistencia de una propuesta curricular para el ciclo inicial, a la luz de referentes Internacionales, Nacionales, Distritales y el PEI del Colegio Fernando Mazuera Villegas*, realizada en Colombia, tenía como objetivo evaluar una propuesta de organización curricular para el ciclo inicial del colegio Fernando Mazuera Villegas, a la luz de referentes Internacionales, Nacionales, Distritales y el PEI (Plan Educativo Institucional), mediante el proceso de investigación acción-participativa. Como resultado, logró mostrar que la organización curricular es coherente y pertinente con los principios y fines que se trazan en cada uno de los componentes pedagógicos de los referentes curriculares (propósitos de la educación inicial, fundamentos pedagógicos, orientaciones metodológicas, organización de los contenidos, concepción de infancia, rol del docente, relaciones con las familias y procesos de evaluación), los intereses y necesidades de la institución. Sin embargo, muestra inconsistencias en dos componentes (papel de la familia y evaluación), por lo que se hacen recomendaciones para mejorar en ese aspecto (Arias, 2015).

En el artículo *Cronología de los mapas curriculares en la carrera de Medicina*, realizado en Cuba por Miralles *et al.* (2015), es un estudio cualicuantitativo y descriptivo. El objetivo fue identificar los cambios curriculares ocurridos en la carrera de Medicina a partir de la implementación del nuevo plan de estudios en el curso 85-86 hasta 2010-2011, mediante la revisión de folletos de planes de estudio y mapas curriculares. Como resultado se logró la identificación de 21 mapas curriculares que responden a estos cambios y en 17 (81 %) se realizaron

transformaciones durante 26 años. Además, se elaboró una sistematización con las principales transformaciones ocurridas en los sucesivos cursos académicos, relacionadas con el enfoque hacia la Atención Primaria de Salud y un acercamiento más temprano del estudiante de Medicina al objeto de su profesión.

Además, Fernández *et al.* (2017) presentan el trabajo realizado mediante la triangulación metodológica denominado *El diseño curricular de cursos en educación médica*, cuyo objetivo era abordar y profundizar en los elementos didácticos, metodológicos y organizativos para el diseño de un curso de superación profesional en el campo de la educación médica. Los autores llegaron a la conclusión que el diseño de un curso de superación profesional requiere de una investigación previa para la identificación de las necesidades de aprendizaje y del análisis de los problemas de salud más relevantes del entorno poblacional y laboral, así como de la infraestructura existente para su ejecución, en este se deben atender a los requerimientos metodológicos y didácticos que garanticen su éxito en la ejecución.

En Ecuador, Quintana *et al.* (2018) realizaron un trabajo de investigación con un enfoque cualicuantitativo, es decir, mixto, titulado *El diseño curricular, una herramienta para el logro educativo*. La finalidad era evidenciar la incidencia que tiene la elaboración de un diseño curricular correcto como herramienta estructural en el proceso de enseñanza educativa. Ellos concluyeron que las personas docentes tienen que estar en continua actualización de conocimientos, inmersas en la adquisición, implementación y uso de nuevas propuestas metodológicas para el proceso de enseñanza, lo que permite una asimilación fácil y correcta de contenidos en las personas estudiantes. es decir, la planificación correcta de los contenidos, la aplicación de estrategias metodológicas y el uso de las nuevas tecnologías forman parte estructural de un buen diseño curricular.

Acosta y Jordan (2019), en el mismo país, en su trabajo de investigación con un enfoque cuantitativo, descriptivo y retrospectivo, llamado *Estudio de pertinencia de la Carrera de Enfermería de la Universidad de Guayaquil* y mediante una revisión sistematizada de la bibliografía, lograron sus objetivos. Estos eran identificar las demandas sociales del Ecuador y las tendencias actuales demográficas que se presentan en el ámbito zonal, regional y nacional, además, si la formación es pertinente. En este análisis se concluyó y que esta carrera es pertinente en todos los aspectos y aporta una excelencia académica para el progreso de la educación superior y cubre

con las necesidades de salud. Sin embargo, ven oportuno la implementación del recurso tecnológico actual que permita instaurar nuevas estrategias de aprendizaje.

Por otro lado, Cunha (2019) en su estudio denominado *Estudio y análisis de la formación en farmacia para una práctica centrada en el paciente*, realizado en España, plantea como objetivo general evaluar si las universidades preparan a las personas discentes de Farmacia para una práctica farmacéutica que centra su atención en el paciente y adecuando los planes de estudio a estas necesidades de la profesión. Esto se llevó a cabo mediante un estudio comparativo y se llegó a la conclusión de que las instituciones de los países del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) mantienen un mayor enfoque en las ciencias básicas y menor carga de ciencias clínicas en los planes de estudio de farmacia en comparación con los EE. UU. Por lo tanto, estas diferencias pueden no estar de acuerdo con las recomendaciones internacionales para educar futuros profesionales enfocados en la atención al paciente.

Antecedentes nacionales

Badilla *et al.* (2018) desarrollaron un proyecto llamado *Contribución al desarrollo de la educación farmacéutica costarricense: Perfil Académico Profesional de la persona farmacéutica asistencial*, su objetivo era presentar la sistematización de una propuesta de perfil académico profesional (PAP) de la persona farmacéutica costarricense que ejerce farmacia asistencial. Los autores concluyeron que la elaboración del PAP debe ser un proceso participativo de construcción conjunta entre las partes interesadas, donde el análisis y la reflexión permiten la comprensión del tipo de profesional que el país requiere, por lo que es necesario partir de este para diseñar o rediseñar una oferta educativa en la formación de un profesional.

Asimismo, Torres (2019) en su tesis *Propuesta de inclusión del curriculum académico de farmacología veterinaria en el plan de estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas*, cuyo fin era proponer la incorporación de contenidos y metodología de la rama farmacológica veterinaria en el plan de estudio actual de Farmacia, concluye que la malla curricular debe actualizarse e incluir variedad de contenido sobre las diversas áreas de trabajo, introducir campos clínicos en cursos presentes, ya que, la ausencia de farmacia veterinaria como contenido académico en plan de estudio disminuye en un porcentaje relevante las funciones profesionales diarias este es el caso de las recepciones de las recetas veterinarias.

Por otra parte, Garita *et al.* (2021) llevaron a cabo una investigación denominada *Referentes internacionales para el rediseño de un plan de estudios: competencias para una carrera en Informática*, mediante un enfoque cualitativo y exploratorio, cuyo objetivo fue identificar y contrastar referentes internacionales en busca de estándares de calidad para la definición de los principales componentes de una carrera de formación superior de computación. La investigación utilizó un equipo de 21 académicos universitarios e investigadores expertos mediante la técnica de *focus group* que se aplicó en tres talleres realizados con personal y autoridades de la carrera de Sistemas de Información de la Universidad Nacional en Costa Rica.

Uno de los resultados de ese proyecto fue la construcción de una base consensuada de competencias profesionales formativas del grado de bachillerato con una base troncal en computación y el énfasis en sistemas de información. A la vez, se concluye que los componentes diseñados contemplan los criterios técnicos internacionales y, en especial, el perfil de salida que se puntualizó considera las competencias técnicas, técnicas del énfasis y las transversales.

Proyecciones

- Se define un perfil de la persona estudiante de egreso de la carrera de Farmacia relacionados con los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética.
- Se pretende hacer una comparación de referentes académicos nacionales e internacionales en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética que integran el plan de estudios de la carrera de Farmacia en relación con el plan vigente de la Universidad Internacional de las Américas.
- Se presenta una propuesta de plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Historia y evolución de la Farmacia

Una de las disciplinas más útiles para el ser humano es la Historia, porque no solo enseña el comportamiento humano, de una manera mucho mejor que la Psicología, no solo ha guiado a los grandes hombres con los caminos seguidos por sus predecesores, sino que ha guiado para evitar cometer los mismos errores del pasado. Sin embargo, se olvida que leer sobre los logros de quienes transitaron por el camino de la vida es lo que los impulsa a emprender tareas que, sin su precedente, hubieran parecido imposibles, este es el caso del desarrollo de la Farmacia (Nogales, 2018, p. 9).

La historia de la farmacia es una pequeña rama de la historia general, es la reunión de medios materiales que ha empleado la ciencia de curar, una ordenada serie de los productos medicamentosos y medicamentos adoptados en los siglos transcurridos y de personajes que directa o indirectamente han contribuido con el progreso de la ciencia farmacéutica bajo el aspecto gubernativo, teórico y práctico. El antepasado en el oficio, quien era el chamán de la tribu, perfeccionó su conocimiento de los remedios que se le habían transmitido sus predecesores, lo que introdujo cambios arriesgados y a menudo imprudentes. Sin embargo, el recuerdo de la osadía de sus maestros en innovar y los relatos de sus éxitos animaron al discípulo a diseñar nuevos remedios medicinales, nuevas formas de utilizar los fármacos para extraer preparados benéficos, nuevas pautas de administración de fármacos, entre otras (Nogales, 2018).

Antiguamente, la Farmacia era dependiente del entorno en el cual se encontraba, si el terreno mostraba una gran riqueza en plantas, fauna y minerales, generaba un auge en la prosperidad, en la salud y los negocios. Desde la Era Arcaica hasta la Edad Media no había la separación entre la figura del farmacéutico y del médico. Navas (2019) y Chiarlone y Mallaina (1865) coinciden en que durante el primer periodo era imposible separar la historia de la Farmacia de las otras ramas del arte de curar, al respecto refieren:

El mismo individuo, que instruido por su propia experiencia visitaba la llaga de su amigo doliente y decidía sobre la gravedad del mal, preparaba también la cataplasma ó [sic] el unguento que debía aliviarla. El arte del farmacéutico se confunde en esta época lo mismo con el del médico que con el del perfumista, que

preparaba aceites, unturas aromáticas, y más tarde entre los egipcios con el arte de embalsamar los cuerpos, porque para los unos, como para los otros oficios, era preciso elegir entre los cuerpos naturales las materias primeras (p. 10).

Sociedad arcaica a la Edad Media

Mesopotamia. En 4500 a. C., algunos habitantes de las montañas al norte del Tigris decidieron asentarse en el plano entre este río y el Éufrates, una zona geográfica que se conoce como Mesopotamia. Fue ahí donde florecieron las civilizaciones sumerias más importantes, la civilización más antigua conocida y las invasiones de las acadias, babilónicas y asirias. Todos ellos desarrollaron la astrología, la astronomía (fueron quienes dividieron el día en 24 horas) y las matemáticas, además, se destacaron en varias áreas de la ciencia, por ejemplo, los sumerios inventaron la rueda en la escritura. Sin embargo, en la Medicina y la Farmacia, permanecieron bajo el yugo de lo desconocido y le dieron mayor relevancia a la religión y a la magia. Su religión era oscura y pesimista, sin indicio de una vida mejor, con dioses mercuriales y crueles, esto impidió un mayor desarrollo de las ciencias curativas (Nogales, 2018).

Como se mencionó, Mesopotamia fue una de las primeras civilizaciones en el mundo arcaico, se caracterizaba por los enormes avances técnicos. Aun así, se pensaba que todo lo que ocurría se debía a los dioses, por eso, entendían que las enfermedades tenían una explicación mágica, debido a que usaban plantas, animales y minerales, pero siempre con un elemento más para ayudar a los dioses a curar al enfermo, era una terapéutica basada principalmente en la oración, los sacrificios y la magia. Sin embargo, para Chiarlone y Mallaina (1865) la imposibilidad en que se hallaban los seres humanos de explicar las causas de las enfermedades internas la atribuía a la venganza de los dioses, como su curación a la intervención de alguna divinidad propicia y bienhechora.

En la mitología mesopotámica existían muchos dioses, esto incluye a Ameretat, quién era la diosa de la vida que cuidaba el jardín donde los dioses cultivaban sus plantas medicinales y Thrita era un dios médico a quien Ormuz le enseñó las propiedades de tales plantas. Todos acudieron a los dioses para que tuvieran compasión, aquellos sanadores babilonios, eran al mismo tiempo sacerdotes, médicos y farmacéutas, pues según las tablillas cuneiformes de arcilla que se han descubierto, fueron los primeros boticarios (Jácame, 2003).

En estas tablillas se ha obtenido la información sobre los remedios que utilizaba; el más relevante es la tabla Nippur, el texto más antiguo conocido sobre medicina y farmacia (3000 a. C.). Asimismo, las prácticas de formulación galénica llevadas a cabo por los mesopotámicos, muchas de las cuales se escriben en la tabla Filadelfia, eran muy avanzadas, capaces de extraer aceites esenciales, secar, moler en polvo, tamizar, triturar, cocinar, infundir, filtrar y diluir. Ellos utilizaron adormidera, belladona, cannabis, benjuí, mostaza, mandrágora, eléboros, tomillo, laurel, etc.; del reino mineral encontraron azufre, cal, betún, óxido de zinc, carbonato cálcico y sal, entre otros (Nogales, 2018).

Por otro lado, las sustancias orgánicas que se utilizaron comúnmente en la farmacopea mesopotámica incluyen huesos, sangre, esperma, insectos, piel de serpiente o excremento y como excipientes, utilizaban agua, aceites y grasas, miel, leche y, especialmente, cerveza (esta era muy apreciada por esta cultura y la de Egipto). Las formas farmacéuticas que desarrollaron incluyeron lociones, ungüentos, enemas, cataplasmas, aerosoles, supositorios, polvos, píldoras y gotas para los ojos. Las medidas que utilizaron para preparar y dosificar se basaron en un sistema sexagesimal que prevaleció durante siglos y Mesopotamia se considera la Cuna de la polifarmacia, pues fue donde se prepararon fármacos elaborados mediante la combinación de varios simples (Nogales, 2018).

Además, el conocido y arcaico Código de Hammurabi (1700 a. C.), el cual es el código legal más antiguo que se conoce, da información sobre el sistema de salud en ese momento, así como sobre los honorarios de los médicos, que solo cobraban si lograban curar al paciente y el castigo que recibían si no lo lograban o si el paciente moría consistía en cortar la mano que había utilizado para operar al paciente. Por otro lado, la Farmacia se desarrolló en paralelo con la Medicina, pero de manera más tranquila y ajena a las bárbaras sanciones sufridas por los médicos (Jácame, 2003).

Egipto. Según Nogales (2018), la medicina egipcia data de alrededor de 2.900 a. C. los dioses eran Legión y tenían su propio farmacéutico llamado Anubis, quién estaba a cargo de hacer recetas y mantener los medicamentos, también era el dios de la muerte hasta que ese culto se transfirió a Osiris y se relegó a un segundo plano como guardián de la necrópolis y guía de los espíritus después de la muerte. Según la mitología egipcia, Isis, la esposa y hermana de Osiris, dios de los dioses, cultivó plantas medicinales y transmitió su interés a sus hijos, los dioses Horus y Anubis, quienes adquirieron la función de procurar medicamentos al resto. Su trabajo fue

supervisado por Thoth, también conocido como Pha-ar-maki, dios del conocimiento, la escritura, la música y creador de la medicina.

La principal literatura egipcia está representada por los llamados Libros Herméticos del dios Thoth (Hermes). El estudio de las prácticas médicas de la época de los faraones se basa en lo que se encontró en unos documentos denominados *papiros*. Sagra (citado por Navas, 2019), describe que: “Los papiros no solo mencionan los remedios contra las enfermedades, sino que además indican las proporciones que deben guardar sus componentes, así como el modo de prepararlos, sus indicaciones y modo de utilización” (p. 8).

Otro dios relacionado con la salud era Imhotep, dios de la medicina y un caso excepcional de deificación, es decir, la divinización de alguien sin sangre real; podría considerarse el primer científico, entre otras cosas, fue sacerdote, astrónomo, escultor, arquitecto y médico. Escribió el papiro de Edwin Smith, un texto más que racional sobre anatomía, enfermedades y curas, donde describe 48 casos quirúrgicos de accidentes en guerras o construcción. Sin embargo, cabe destacar la existencia de 9 papiros, este es el caso del llamado Papiro de Ebers, el cual contiene 110 páginas que incluye 877 recetas y menciona unas 700 drogas. Además, se encuentra el papiro de Kahoum, este contiene enfermedades de mujeres y niños, además de una sección de veterinaria. Por otro lado, está el papiro de Ermann, este trata fundamentalmente de partos y enfermedades infantiles (Navas, 2019).

Los egipcios, además de su gran cantidad de productos medicinales, creían en la máxima importancia de la higiene y la belleza como componente de la salud. El uso de cosméticos estaba muy extendido y, generalmente, no se elaboraban con productos de su farmacopea. Por lo anterior, se utilizó el antimonio o en sulfuro de plomo (galena) como sombra de ojos y protección de la luz, tenían fórmulas para el cuidado del cabello como aceite de ricino, pero también productos para hacer caer el cabello de sus enemigos (se recomendaba grasa de hipopótamo para prevenir esto). Con el tiempo esta cultura le dio mayor protagonismo a la razón, sin desvincularse por completo de los elementos mágicos y la religión (Nogales, 2018).

India y China. Ambas culturas fueron las primeras en explicar la naturaleza sin componentes religiosos ni mágicos. Aunque no hay evidencia, esta sofisticada civilización a menudo se considera como la precursora de la medicina tradicional hindú o ayurveda, que todavía se usa ampliamente en la actualidad. Estos se inspiraron en las ideas de ayurveda, cuyos objetivos

consistían en la unión del cuerpo, mente y espíritu. Esta práctica médica era exclusiva de la casta sacerdotal y se basaba en la existencia de cinco elementos que lo componen todo, incluso al ser humano, aire, fuego, agua, tierra y éter (el concepto de elementos esenciales que componen el universo cambia el de enfermedades) (Navas, 2019).

Por un lado, la cultura india clasificaba a las enfermedades en curables, susceptibles de mejorar e incurables, además a los medicamentos en dulce, ácido y picante. Los remedios ayurvédicos se conocen gracias a los textos escritos por Sushruta, uno de los destinatarios del conocimiento transferido por Brahma, el *Súsruta-samjita*, este se considera como una de las principales farmacopeas, el cual incluye la descripción de 700 plantas (con las primeras sistematizaciones botánicas), 64 preparados de origen mineral y 57 preparados de origen animal. Cabe destacar también, el *veda* escrito por Charaka o el manuscrito descubierto por Bower, que describe las principales fórmulas farmacéuticas que se utilizaron, estos fueron importantes fuentes de conocimiento sobre la medicina y farmacia ayurvédica (Nogales, 2018).

Las dosis se prescribían de acuerdo con la gravedad del padecimiento y la edad del paciente, lo cual era muy importante, ya que cada rango de edad estaba relacionado directamente con uno de los cinco elementos, según las proporciones más altas en el organismo, es decir, el agua predomina en los niños, el fuego en los adultos y el aire en los ancianos. Por otro lado, la cultura China y su medicina con el tiempo fue sustrayéndose de la influencia de la brujería y la magia e intervino el pensamiento de grandes hombres como Lao-Tse y Confucio (fundadores de religiones como el taoísmo y el confucionismo). Así se desarrolló la teoría del Yin y Yang, que corresponde a los principios negativos y positivos del universo los responsables de la enfermedad (Navas, 2019).

Jácame (2003), además, del Yin y el Yang, la conoce también como la teoría de las fuerzas opuestas, flujo y reflujo, hembra y varón, vida y muerte, sol y luna, calor y frío, fuerza y debilidad, y el universo y muchas otras cosas dependen del balance adecuado entre ellas. Hacia el siglo V, hubo intercambio de culturas entre los monjes chinos y los de la India, donde se desarrolló mucho la alquimia, en interés de este desarrolló la ciencia farmacéutica y en el 492 Tao Hong Jing (456-536) publicó un libro con comentarios al clásico herbario del emperador rojo que incluyó 730 clases de medicamentos. En esa época también existió un famoso médico rural llamado Sun (581-

682), quién se considera el rey de los prescriptores y consideró mejor en la prevención que el tratamiento.

Sin embargo, no fue hasta a finales del siglo XVI cuando un médico farmacólogo llamado Li Shi Zhen (1518-1593) estudió numerosas plantas, revisó diversos libros, publicaciones y escribió posteriormente una gran farmacopea con 1892 drogas, 376 descritas por primera vez, con 1160 dibujos y más de 11 000 recetas. Este dijo lo siguiente sobre el significado de la prevención: “Curar enfermedades es esperar a tener sed para cavar un pozo, o fabricar armas después de que la guerra ya ha comenzado” (Jácame, 2003, p. 32).

Según Nogales (2018), las plantas son los ingredientes principales de las drogas; por lo que los chinos fueron excelentes botánicos y produjeron espléndidas clasificaciones y descripciones que contribuyeron al progreso de la farmacia. Las partes superiores de la planta se utilizaban generalmente para curar la parte superior del cuerpo, mientras que las raíces para las partes inferiores. La columna vertebral de la medicina tradicional china estaba formada por 50 *hierbas esenciales*.

El cobre, el mercurio (el cloruro de mercurio se utilizaba para tratar la sífilis), el azufre o las piedras preciosas (especialmente el jade) y las perlas se usaban ampliamente y la farmacopea China también incluye una gran cantidad de ingredientes animales como piel de burro, nido de golondrina (este animal hace sus nidos con saliva, que es rica en albúmina, es decir, una proteína, también contiene vitaminas y minerales), hígado, secreciones de piel de sapo (contiene bufotalina, un cardiotónico), luciérnagas, etc. Aunque estos remedios exóticos pueden parecer peculiares a los occidentales, la farmacia china solía y suele ser muy sensata. La formulación farmacéutica no era complicada y la rutina más habitual era prescribir infusiones y tés, electuarios, pastillas o mezclar los ingredientes de la fórmula con vino. Nogales (2018) hace una descripción de las farmacias o dispensarios tradicionales chinos:

tenían muebles de madera con cajones rotulados en su parte inferior para almacenar sustancias secas, mientras que en la parte superior se colocaban frascos de vidrio o porcelana con líquidos, sustancias semisólidas y polvos. Había otra habitación (nuestra trastienda) donde se preparaban las drogas (p. 42).

Es importante destacar que, en las dinastías chinas tardías, el arsenal terapéutico llegó a reunir hasta 2000 remedios y 16 000 fórmulas, las cuales se clasificaban como hierbas, árboles, insectos, piedras y granos. Por otro lado, entre las terapias chinas no herbales estaban la acupuntura y los masajes que se han mantenido hasta la actualidad (Jácame, 2003).

Grecia. La ciencia griega se basó en los egipcios, babilonios e indios, pero también en sus propias creencias. Se les ocurrió un compendio de deidades para casi todo, incluida, la salud, así es como aparece Hécate o Pharmakis, diosa de la magia y experta en plantas medicinales, Apolo y Artemisa, ellos tenían poderes curativos; Asclepio, hijo de Apolo y dios médico por excelencia, que transmitió sus conocimientos a sus hijas, entre las más destacadas están Panacea, asociada con los remedios infalibles y la diosa Hygeia, quien era la personificación de la salud y la higiene. Gracias a la diosa Hygeia, el símbolo del cáliz y la serpiente simboliza la profesión de Farmacia, ya que ella se representaba alimentando a una serpiente de un cuenco o cáliz, sin embargo, se cree que, en lugar de alimentarse, la serpiente pudo haberle debido a la diosa su veneno (Nogales, 2018).

Esta cultura se destaca por la gran visión racionalista que tenían sobre el cosmos y el ser humano. Para los griegos la naturaleza era algo individual y universal, es decir, todas las cosas tienen su propia naturaleza y existe una naturaleza común que las une. Por esto, para determinar una enfermedad era necesario conocer la causa primera (naturaleza individual), por eso, no existía la separación de médico-farmacéutico y se ejercía la profesión en el mismo lugar, tanto en Grecia como en Roma (Navas, 2019).

Cuando se habla de historia y de arte de curar en Grecia, se viene a la mente el nombre de Hipócrates, nacido en la isla de Cos 460 a. C., fue un notable médico, denominado el *Padre de la Medicina*, además tiene el enorme mérito de haber transformado la medicina mágica en científica. Realizó una obra denominada *Colección o Tratados Hipocráticos (Corpus hippocraticum)*, cerca de 60 tratados, 53 si se usan los criterios más estrictos. Uno de los más conocidos es el *Juramento hipocrático* (en que el médico jura por Apolo, por Hygeia y Panacea, mas no por Esculapio), este es un código de ética que reglamenta el ejercicio de la medicina. Asimismo, existen otros dedicados a la mujer, maternidad, a la esterilidad y a las enfermedades propias del sexo femenino, algunos tratan de la naturaleza del ser humano, de las epidemias, las enfermedades agudas, la cirugía, la traumatología, los problemas digestivos, entre otros (Jácame, 2003).

En la medicina hipocrática se observa, analiza, acepta que hay males incurables y que muchos enfermos morirán, como se mencionó, cree que el gran médico es la naturaleza, por lo que es poco partidaria de las intervenciones terapéuticas, ya sean médicas o quirúrgicas; tienen como lema el *primum non nocere* (ante todo no hacer daño). Es decir, la curación de la enfermedad se debía a la naturaleza, el médico tan solo era un ministro de esta que ayudaba a sanar cuando por sí misma no podía. El médico Hipócrates decía: “Lo es que por naturaleza son muy obesos y crasos, Están de una muerte pronta Más expuestos que los flacos” (Navas, 2019, p. 11). Esto afirmaba en sus escritos que toda persona obesa tenía más posibilidades de padecer cualquier enfermedad y que le produjera la muerte y estaba en lo cierto, ya que actualmente la obesidad es un factor de riesgo para los que la sufren, ya que puede desencadenar una diabetes.

Hipócrates y sus seguidores estuvieron influidos por los filósofos presocráticos, aunque no fueron médicos, ejercieron cierto dominio con esas teorías sobre la medicina antimágica, la basada en los hechos y en observación. Muchos fundamentos los aportó el matemático Pitágoras, quien se considera el padre de la aritmética; la doctrina de los números sugirió a Hipócrates los días críticos, las crisis neumónicas al séptimo día, las fiebres tercianas y cuartanas del paludismo, entre otras (Jácame, 2003).

Una de las características de los médicos griegos fue la capacidad de diferencial tendones, venas y arterias, sin ninguna equivocación, tenían bastantes conocimientos acerca de los distintos elementos que componen el cuerpo humano y los clasificaron según su función. Además, usaban un método llamado la purga para aliviar los dolores de cabeza, este consistía en la limpieza del cuerpo, lo que hace que la sustancia nociva saliera de él, utilizando fármacos que actuaban atrayendo la materia mala y expulsándola. En la actualidad, sucede una situación similar, pues las diferentes causas se tratan de manera individualizada, por ejemplo, el tratamiento empleado para un dolor de cabeza ocasional no es el mismo que para una migraña (Navas, 2019).

Roma. En el Imperio romano, los saberes médicos en la mayoría de los casos provenían de la cultura y saberes griegos, ya fuera porque llegaron a Roma como esclavos o para establecerse laboralmente. Ellos creían en la unidad de cuerpo humano, por esto, se curaba al enfermo; entendían que se podía curar la enfermedad, pero también matar al enfermo. Se trataba la enfermedad del paciente, es decir, se usaban todo tipo de remedios para eliminar esa enfermedad y, por consiguiente, curar al enfermo, es ahí donde vuelve a aparecer la polifarmacia, ya que como

tiene tantos conocimientos sobre la acción del medicamento en el organismo comienzan a usar algunos como primer tratamiento en enfermedades más complejas y, a la vez, tienen una indicación específica para una enfermedad (Navas, 2019).

Sin embargo, la sociedad romana tenía un sesgo de clase y era xenófoba, para ellos no era digno de un ciudadano romano o patricio (aristocracia), ejercer ciertas profesiones como la medicina y la farmacia, se les dejaban a los renombrados, es decir, a los vistos como ciudadanos de segunda clase. Archagathus (apodado El Verdugo) fue el primer médico en llegar a Roma en el 219 a. C. En las palabras de Arcagato, *tuto, celeriter, jocunde*, este lema era la base de la medicina romana y quería decir que las curaciones debían ser rápidas, completas y sin ninguna molestia para el enfermo, él creía que el médico era el encargado y no la naturaleza de curar al enfermo (Nogales, 2018).

Por otro lado, la literatura si era digna de los patricios, por lo que, Aulus Cornelius Celsus, quien era médico de Ejército, escribió una compilación medicofarmacéutica dividida en 8 libros titulada *De Re Medica* que aborda temas que iban desde el derecho hasta la agricultura. Celso abogaba por una medicina hipocrática y racional basada en la evidencia, dividida en dieta, cirugía y farmacia, por lo que su quinto libro lo dedicó a las drogas, clasificándolas en simples y compuestas. Él tenía una visión global de la salud, no solo basándola en la enfermedad y su cura, sino también en la dieta, el ejercicio, la higiene, entre otros. Otros compiladores importantes fueron Scribonius Largus médico del emperador Claudio y autor de la farmacopea *De Compositione Medicamentorum*, y Plinio el Viejo, cuya obra enciclopédica *Historia Naturalis*, que cubría el conocimiento de la época, incluía 5 libros dedicados a la medicina y la farmacia. (Nogales, 2018).

Pedanius Dioscórides de Anazarbus fue una de las figuras más importantes de la farmacia y la medicina. Su obra *De Materia Médica* posee 5 libros, dedicados al médico Ario de Tarso, quien fue su profesor de Medicina. Estos libros tienen un parecido con un diccionario o *vademécum* herbario y de algunas sales y de organoterapia, es la más amplia guía farmacéutica de la antigüedad. Además de las ediciones posteriores, existe un manuscrito del 512 d. C. llamado el *Código de Dioscórides de Juliana Anicia* o *Código Vindobo-nense*, considerado un espléndido monumento del arte botánico (Jácame, 2003).

Dioscórides proporcionó una definición sólida de la relación entre botánica y farmacia con una cantidad científica sin precedentes. Como farmacopea, no incluye solamente plantas (600),

sino también 90 minerales y 35 productos de origen animal, aunque se centra en el primero, lo que aporta una metodología altamente eficiente, describe cada planta en detalle, explica sus usos terapéuticos, dónde encontrarla, cómo recolectarla, prepararla y almacenarla. Además, recomienda diferentes tipos de contenedor, ya sean cajas de madera, vasijas de vidrio, entre otras, según la naturaleza de la planta e incluso hasta cómo identificar las falsificaciones (Nogales, 2018).

Según Nogales (2018) la ruptura con este pasado estuvo marcada, por el griego Galeno de Pérgamo (130 d. C.), gran hombre de las ciencias medicofarmacéuticas, quien después de completar sus estudios y de haber trabajado como médico de los gladiadores en Pérgamo, se mudó a Roma, donde ganó suficiente fama para convertirse en médico de Marcus Aurelius, Commodus y Septimius Severus. Con esto ganó popularidad, dinero y hasta la envidia de sus compañeros, ya que fue vanidoso hasta el punto de afirmar que su *debut* en la medicina marcó un hito.

Su afán por dar prioridad al uso de fármacos frente a otras terapias le llevó a dar descripciones en sus trabajos sobre cómo prepararlos, ya que él mismo los formulaba en el laboratorio anexo a su consultorio de la Vía Sacra. Esta es una prueba clara de la importancia que les atribuía y fue potenciada por sus seguidores a tal punto que a los fármacos se les denominaron *galénicos* y a las técnicas empleadas como Formulación *galénica*. Galeno estuvo consciente de la relevancia de las vías de administración, duración de la terapia, la elección de la forma farmacéutica adecuada, excipientes y la dosis (Nogales, 2018).

Galeno tenía su propia farmacia y no era de sorprenderse, ya que, al no haber separación de farmacéuticos y médicos, ellos ejercían su profesión en casas denominadas *medicatrinas*, estas tenían diferentes estancias, por ejemplo, la zona de los enfermos, la zona de preparación y dispensación de los medicamentos, así como la zona de consulta. Eran importantes fuentes de ingresos y les permitían preparar sus propios medicamentos, que a menudo elaboraban utilizando fórmulas secretas. Todos los farmacéuticos son herederos del saber hacer de Galeno. En la actualidad, la composición farmacéutica sigue el camino que él abrió, lo que hace de la elaboración de medicamentos individualizados una de las razones de ser de la profesión (Navas, 2019).

Edad Media al siglo XX

El mundo árabe. La Edad Media se caracterizó por el desarrollo y contraposición de dos culturas que en la actualidad siguen enfrentadas, la occidental, europeo-cristiana, y la del oriente

medio, árabe y musulmán. En temas de la medicina, el último gran impulsador de esta ciencia había sido Galeno. Aún con sus errores y su dogmatismo consiguió ser aceptado por esos dos actores en el medioevo, cristianos y musulmanes, por sus ideas monoteístas y por reconocer la superioridad del alma sobre el cuerpo. Reaparece una vez más la medicina preventiva, ellos abogaban que *una onza de prevención es mejor que una tonelada de tratamiento*, por lo que recomendaron la higiene y las dietas (Jácame, 2003).

Sin embargo, los árabes tomaron una actitud abierta con los conocimientos generados por los antiguos, particularmente los griegos, ellos querían construir la *ciencia árabe* y en verdad conservaron y mejoraron las que ya había, pero también desarrollaron la alquimia, cuyo padre, Geber, escribió muchos libros. Los alquimistas fueron excelentes químicos e inventaron los métodos de destilación, sublimación y cristalización, además de que perfeccionaron muchos otros procedimientos químicos. Hubo varias búsquedas erróneas como la *Piedra filosofal*, del *Elíxir de la eterna juventud*, de la influencia de las estrellas sobre los metales y en tratar de conseguir que los cuatro elementos se convirtieran en oro (Jácame, 2003).

Separaron el arte del boticario y el médico y establecieron las primeras farmacias privadas en Bagdad hacia finales del siglo VIII, es decir, este periodo histórico fue un punto de inflexión para la farmacia, ya que se empezó a diferenciar entre los profesionales médicos y farmacéuticos; escribieron las primeras farmacopeas, preservaron la sabiduría grecorromana, pero le añadieron, gracias a sus recursos naturales, jarabes, confecciones, conservas, aguas destiladas y líquidos alcohólicos. Además, constituyó uno de los escenarios de vital importancia para la medicina, la farmacia y la ciencia con el surgimiento de médicos destacados como Averroes, Avenzoar y Avicena (Navas, 2019).

Según Navas (2019), Averroes fue un médico muy destacado en la Edad Media, proporcionó una gran cantidad de literatura escrita; escribió sobre las fiebres, las diferentes enfermedades y sus posibles causas. Él pretendía dar a entender que una dolencia podría tener más de un rango sintomático y no solo reducirse a un síntoma en concreto y que una misma causa podría producir más de una enfermedad, como es el caso del vitíligo y la lepra, ya que eran diferentes males con un rango sintomático muy similar que solían producir confusiones en el diagnóstico de la época.

El persa Ibn Sina (980-1037), también conocido como Avicena, príncipe de la medicina árabe, fue un droguista, poeta, médico, filósofo y diplomático, su principal obra es la *Regla o*

Canon medicinal. El quinto volumen del Canon (o código médico) de Avicena, es una materia médica que incluye los métodos para preparar las drogas, eficacia y efectos sobre las enfermedades, describió 760 medicamentos y aconsejó probar primero las nuevas medicinas en animales y humanos, antes de autorizar su uso generalizado. Muchos de sus escritos fueron hechos mientras se reclusa en la casa de un amigo boticario y sus enseñanzas farmacéuticas, todavía con dominante influencia en el Oriente, se aceptaron en el Occidente como autoridad, hasta el siglo XVII (Jácame, 2003).

Según Avicena, para tratar enfermedades complejas, aquellas producidas por dos o más humores, no bastaba con el uso de medicamentos simples, por esto, se recurría a medicamentos compuestos. Como se mencionó, ellos usaban animales y personas para analizar y estudiar los efectos que tenía las drogas en función de las dosis administradas, es decir, se puede afirmar, que en esta época surgieron los ensayos preclínicos y clínicos que se hacen en la actualidad para comercializar un nuevo medicamento. Una vez realizada su distribución, se observan los posibles efectos adversos que puede provocar en los diferentes individuos, lo que en la actualidad se conoce como farmacovigilancia (Navas, 2019).

En la Edad Media el farmacéutico ya tenía deberes que se mencionan a continuación, temer a Dios, ser honorable, ser fiel auxiliar al médico y no aprovecharse de la ignorancia ajena. Con esta aseveración se comprueba que existían cuestiones deontológicas que describían los deberes de los farmacéuticos y cómo se debían organizar los establecimientos; tenían el conocimiento de que es el médico quien diagnostica y prescribe y el farmacéutico es el encargado de que el paciente reciba su medicación. Si el farmacéutico no está de acuerdo con las dosis o con el tratamiento, debe ser el médico quien decida si se le cambia la medicación o se le mantiene, con esto se confirma la similitud con el código de ética o deontológico que rige el ejercicio de la profesión farmacéutica (Navas, 2019).

Siglo XIII. El imperio de los califas quedó desmembrado y debilitado por todas partes al terminar el siglo XII, lo que dejó a las ciencias en completo abandono. Esta situación alentó a las naciones cristianas a tomar vuelo considerable con respecto a la actividad intelectual; fue ahí donde se crearon las universidades más célebres con privilegios apostólicos especiales, que aumentaban el poder y la consideración de las personas que cultivaban las ciencias. Es decir, en este siglo XIII es cuando aparece el término *universidad* para referirse a un estudio; cabe destacar al rey Alfonso

X el Sabio quien se preocupó por los estudios y dedicó parte de su atención y esfuerzo a la ciencia de curar. La primera universidad fue fundada por san Francisco de Asís en 1208 y ocho años después Santo Domingo fundó la segunda, es decir, la de los dominicos (Chiarlone y Mallaina, 1865).

Chiarlone y Mallaina (1865) detallan que estas escuelas, como la mayor parte de las de Europa, despreciaron el método experimental y de inducción fundado por Aristóteles, que había sido tan comentado por los romanos, alejandrinos, árabes y por otros escritores de la Edad Media; adoptaron el silogismo, es decir, el medio de ayudar a la disputa, por lo que esto paralizó de algún modo el progreso científico. Sin embargo, solo los alquimistas y los boticarios, gracias a la naturaleza especial de sus trabajos, tuvieron que apelar a la vía experimental. Entre los alquimistas más célebres de la época, reconocidos por sus descubrimientos, se pueden mencionar a Alberto el Grande en Alemania, Arnaldo de Villanova y Raimundo Lulie en España, el rey D. Alonso el sabio, el Marqués de Villena, Rogelio Bacon en Inglaterra, Nicolás Flamel en Francia y santo Tomás de Aquino en Italia.

Otro de los científicos más importantes de la España musulmana y el más importante botánico de la Edad Media fue el malagueño Ibn Al-Baitar, quien pasó su vida coleccionando y estudiando las diversas plantas, organizó expediciones con este fin, llegó a Damasco, Trípoli, Constantinopla, Túnez y muchos otros sitios. Su mayor contribución, basada en la observación, análisis y clasificación fue el *Jami* o *Colección de drogas y alimentos simples*; este gozó de gran estima entre los botánicos hasta el siglo XVI, es un trabajo sistemático que incluye y crítica los trabajos anteriores a él y añade una gran parte de contribución original, pues de los 1400 temas estudiados (plantas y vegetales), unos 200 no eran conocidos de antes. Además, escribió el *Mlughni*, que es una enciclopedia de Medicina con 20 capítulos que cataloga las drogas de acuerdo con su valor terapéutico y habla en las plantas que son importantes para el tratamiento de enfermedades de la cabeza, ojos y oídos, etc. (Jácame, 2003).

Por otro lado, aparecen en España las leyes relacionadas con los farmacéuticos, los colegios de estos, a pesar de que no llamaron suficientemente la atención de los historiadores, se presentaban como tribunales independientes para examinar a los boticarios, como corporaciones científicas y protectoras de la clase, con privilegios especiales sobre asuntos de la profesión. Cabe destacar que, en esa época, los farmacéuticos, médicos y cirujanos estaban sujetos en cuanto al

ejercicio de su profesión a las leyes municipales y eran examinados ante la justicia de los pueblos: “Cada uno de estos y cada provincia tenía sus fueros especiales, deducidos de la influencia que habían ejercido en la espulsion [sic] sarracénica, y obraban en punto á los profesores de la ciencia médica, según sus leyes particulares” (Chiarlone y Mallaina, 1865, pp. 176-177).

Parece ser que, en Basilea, uno de los países de cultura germánica durante el último cuarto del siglo XIII, se dictó la primera disposición al separar la medicina de la farmacia, estableciéndose que ningún médico podía tener botica o ejercer como boticario, el cual debía demostrar su suficiencia y realizar su arte. No obstante, en los países del ámbito anglosajón, el médico siguió asumiendo la función de preparación de medicamentos, mientras que la figura del boticario apenas se diferenció de la de los drogueros. Esto ha condicionado en gran parte la evolución histórica de los diferentes modelos de farmacia que, aún en la actualidad, intervienen en el mundo anglosajón y en los países latinos (González, 2006, p. 88).

Según Navas (2019), junto con las diferencias entre los profesionales médicos y farmacéuticos existían unos factores que supusieron la separación entre medicina y farmacia:

El primer factor, suponía la separación de los estudios de medicina y farmacia, dada la complejidad de cada una de las dos ciencias, el segundo, la prohibición de los religiosos de ejercer la medicina, pero no la farmacia y por último la aparición de personas interesadas profesionalmente en comerciar con drogas y preparar medicamentos que pudieran vender a los médicos (p. 18).

En lo que se refiere a los reinos españoles, González (2006) menciona que en el *Código de las Siete Partidas* de Alonso X el sabio parece referirse en alguno de sus pasajes a los boticarios como una figura específica:

Si algún físico diese tan fuerte medicina, o aquella que no debe, a algún hombre o mujer que tuviese en guarda, si se muriese el enfermo [...] debe ser desterrado en alguna isla por cinco años [...] otrosí decimos de los boticarios que dan a los hombres de comer o beber escamonea, o otra medicina fuerte, sin mandado de los físicos, si alguno bebiéndola se muriese por ello, debe haber el que la diese pena de homicida (p. 88).

Con lo anterior, cabe destacar la pena homicida que se le imputaría a un boticario si actuara por su cuenta, sin aprobación del médico. En la actualidad, se guarda una similitud con este sistema, debido a que existen situaciones en las que el farmacéutico debe actuar en función de lo que el médico prescriba, sin embargo, existen ocasiones en las que debe tomar sus propias decisiones. Para eso, se valorará, en función de la gravedad de la enfermedad del paciente, si debe indicarle la ingesta de algún medicamento que es referente a su cátedra para el tratamiento de la afección o derivarle al médico si se considera la necesidad o por prevención (Navas, 2019, p. 19).

Renacimiento (S. XV). Fue un periodo de transición entre los siglos XV y XVI, es decir, la Edad Media y comienzo de la Edad Moderna, después de la caída de Bizancio a manos de los turcos en 1453. Este periodo estuvo caracterizado principalmente por un aumento de las riquezas gracias a los viajes de exploración realizados por el genovés Cristóbal Colón. Sin embargo, la medicina fue una de las ciencias que más tardó en incorporarse a esta etapa, aunque ya se había alejado por completo del simbolismo, la religión seguía muy unida a la enfermedad, es decir, ellos creían que la enfermedad era producida por el pecado y que los médicos por gracia de Dios eran las personas encargadas de sanar al enfermo (Jácame, 2008).

Durante esta época, Europa fue atacada por varias enfermedades, como la muerte negra (o peste bubónica, causada por *Yersinia pestis* en la actualidad), que acabó con la mitad de la población europea y, con ella, la medicina fracasó rotundamente. Además, estuvo precedida por otras pandemias como el mal de San Vito y el fuego de San Antonio, ambas relacionadas con el parecer con estreptococias; además de la fiebre, la gripe y tiempo más tarde, la sífilis (conocida como el mal de bubas). Esta última fue una de las enfermedades que afectó en el Renacimiento, hubo mucha controversia en cuanto al origen y el método utilizado para tratarla era aceite de guayaco o palo santo y el mercurio (Navas, 2019).

Sin embargo, Navas (2019) indica que el uso de mercurio para tratar la sífilis en la mayoría de los casos generaba más agravamiento de los síntomas que la cura de la propia enfermedad, razón por la cual existía gran cantidad de enfermos, ya que debido a los daños que les producía el azogue preferían abstenerse de este tratamiento. Por lo tanto, surge como alternativa el guayaco, aunque no se tenía mucha seguridad de que curara al enfermo, existía una gran corriente de la comercialización en Europa por su uso para la enfermedad de la lepra.

Junto con los nuevos remedios procedentes de las indias occidentales–orientales y a los medicamentos químicos, la farmacia renacentista se nutrió de la farmacia clásica tradicional, es decir, la materia médica grecorromana arabizada y la farmacia popular, con sus sencillos esquemas de utilización de los simples vegetales, muchas veces con consecuencias desagradables o irreparables, como las sangrías y purgas del galenismo, de la probada ineficacia de compuestos sofisticados y caros, así como de excesos y toxicidad de los preparados minerales preconizados por el paracelsismo. Cabe destacar que Paracelso (Teofrasto Bombast von Hohenheim) contribuyó con la incorporación de los remedios químicos, con la espagiria, el cual es el arte de separar lo inerte y de aislar los *principios* responsables de la acción terapéutica y la nueva tecnología que hace posible las operaciones de destilación en plantas y productos animales y minerales (González, 2006).

Desde el punto de vista de la profesión farmacéutica, el Renacimiento supuso más una consolidación que una ruptura porque, aunque los médicos ya habían dejado el ejercicio práctico de la farmacia en manos de los boticarios, no se alejaron de esto y muchos de los principales textos terapéuticos, farmacológicos o estrictamente farmacéuticos fueron escritos por médicos. Por otra parte, los negocios generados en torno a la distribución y comercialización de los fármacos americanos como el guayaco, zarzaparrilla, sasafrás, bálsamos de Perú y Tolú, con su red de propagandistas médicos y farmacéuticos, constituyen uno de los primeros ejemplos de promoción y publicidad de medicamentos (González, 2006).

De esta manera, la farmacia siguió su camino propio independiente de la medicina y quedó en manos de los boticarios, no se les exigía estudios universitarios, aunque sí una probada experiencia en el oficio y unos conocimientos que fueron reglados, de forma distinta, según los diferentes países o regiones. En España, la profesión estuvo regida por los colegios de boticarios, muy arraigados en Aragón y Cataluña, y por el Tribunal del Protomedicato (fuerte implantación en Castilla, pero bastante menor fuera de este último territorio). Este había sido creado por los reyes católicos y se consolidó bajo los mandatos de doña Juana, Carlos I y Felipe II; estas instituciones tuvieron funciones examinadoras, de ordenación y regulación (Chiarlone y Mallaina, 1865).

Una vez probada su práctica y superado el examen, el farmacéutico debía presentar una licencia para tener botica a la justicia y ayuntamiento del lugar donde pensaba abrir su

establecimiento. Por otra parte, la creación del Tribunal del Santo Oficio o Inquisición (máximo exponente de la contrarreforma), trajo a muchas otras profesiones, la exigencia de la *pureza de sangre*, impidiendo ejercer la profesión de boticario a quienes no acreditaran su condición de cristianos viejos. Asimismo, diversas disposiciones establecidas por la realeza exigían que ninguna mujer podía tener una botica, por lo que en todo ese tiempo la mujer seguía con un papel secundario en cualquier profesión (Navas, 2019).

Barroco (S. XVII). Con el cambio del siglo XVI al XVII, situado entre los años 1600-1740, se inicia en Occidente la etapa histórico-cultural correspondiente al Barroco que provocó una profunda revolución intelectual, tanto en el ámbito filosófico como el científico. Se pasó del *porqué* al *cómo* de los hechos, es decir, de la síntesis del empirismo ligado al método inductivo y el racionalismo unido al método deductivo, surge el método experimental como instrumento para que la ciencia permita al hombre ser *dueño y señor de la naturaleza*; de esta manera, se inicia un modo de hacer ciencia y se abre una época de constantes descubrimientos y enunciados de las leyes universales, que tratan de responder de manera clara y lógica a muchos de los grandes misterios que la humanidad planteó desde la antigüedad (González, 2006).

El *creador de la modernidad* fue el científico italiano Galileo Galilei, quien sentó las bases del método experimental mediante observación, intuición racional e hipótesis, de esta manera, lograba comprobar y enunciar los fenómenos estudiados. Sin embargo, en el mismo año que muere Galileo (1642), nace Newton, personaje con quien se completaría la nueva manera de hacer ciencia y la nueva interpretación del universo, es decir, de la Tierra, de la naturaleza y la del ser humano. A esto contribuyeron, de forma decisiva, la invención de instrumentos y utensilios que tuvieron una importante aplicación científica como el telescopio que posibilitaba acceder a lo grande, pero lejano, mientras que el microscopio era con lo cercano, pero infinitamente pequeño (Jover y García, 2003).

Otros instrumentos mencionados por Jover y García (2003) que surgieron fueron el reloj de precisión, el termómetro (usado para diagnóstico de enfermedades, no era de mercurio, sino de sustancias que incrementaban el color según la temperatura), el barómetro y las máquinas de vacío que facilitaban las medidas de constantes hasta entonces desconocidas. Algunos de estos instrumentos científicos permitieron que el ser humano volviera la mirada hacia sí mismo y hacia

su interior para conocer el microcosmos humano. Definitivamente los límites en el mundo antiguo no solamente habían sido superados, sino que el avance parecía incontenible.

Por otro lado, se incrementó considerablemente el número de farmacopeas durante el Barroco y puede decirse que la mayoría de las grandes ciudades europeas publicaron sus primeras ediciones o las revisiones de las editadas durante Renacimiento. Por lo anterior, el siglo XVII comienza y acaba con las dos farmacopeas publicadas por el Colegio de Boticarios de Valencia; entre ambas se publicaron la Veneciana, la Londinense, la de Ámsterdam, la de París, así como la de Bruselas, Gante y Brujas, además la primera farmacopea helvética, entre otras. Para González (2006), la mayoría de ellas presentaban un formato muy parecido, estructurado en 3 partes:

1. Simples, es decir, fundamentalmente vegetales.
2. Preparación de los compuestos galénicos.
3. Medicamentos químicos.

Además, se contó con la aparición de numerosas obras de farmacia, tanto en terapéutica (que continuaba siendo abordada mayoritariamente por médicos), como a lo que se refiere arte farmacéutico. Entre los autores españoles sobresalen el galenista Francisco Vélez de Arciniega, con su tratado sobre medicamentos animales, dos farmacopeas y una teoría farmacéutica; Jerónimo de la Fuente Piérola con su *Tyrocinio Pharmacopeo Methodo Medico y Chimico*, Juan del Castillo, autor de una farmacopea universal; Fray Esteban Villa, quien fue administrador de la botica del Hospital de San Juan en Burgos y defensor de los medicamentos químicos y de la renovación de la ciencia; así como Pedro Gutiérrez de Arévalo, quién es el autor de una *Práctica de boticarios, guía de enfermos y remedios para pobres* (González, 2006).

Sin embargo, en autor más destacado entre los boticarios españoles probablemente sea Miguel Martínez de Leache, quién fue un boticario de Tudela con esta sólida formación y una amplia obra llena de sentido común. Él planteaba que el farmacéutico debía ser, ante todo, un experto en las hierbas y emplear adecuadamente los 5 sentidos; se ocupaba de la actividad del farmacéutico y sus fundamentos científicos. Además, completó varias obras entre ellas están *De Vera et legitima Aloes electione juxta Mesue textum in duas secciones divisa disputatio*, *Controversias pharmacopales*, el *Discurso farmacéutico sobre los cánones de Mesué* y el *Tratado de las condiciones que ha de tener un boticario para ser doctor en su arte*, este último libro

probablemente fue el que más interés ha suscitado entre los estudios de la historia de la Farmacia y de la historia de la ciencia en general (Adanero, 2016).

A pesar de que estuvo caracterizado por ser un periodo cultural, científico y tecnológico, no fue una época muy progresista o ilustrada debido a la persistencia de ideas antiguas y a la intransigencia religiosa que provocó un conflicto entre ciencia y creencia. Uno de los progresos importantes por destacar fue en 1650 donde se declaró la farmacia como un *arte científico*. González (2006) describe lo siguiente:

La Orden dada por Felipe IV en 1650, en la que se declaraba a la Farmacia arte científico, en todo igual a la Medicina [...] demuestra que el farmacéutico por su labor callada, pero continua y beneficiosa, adquiriría reputación merecida que le ponía a la altura de los hombres de ciencia (p. 127).

Esto permitía a los boticarios gozar de *todas las honras, preeminencias y prerrogativas que os competen, tocan y pertenecen*, entre ellas la exención de los impuestos sobre el comercio, las contribuciones gremiales y la liberación como los médicos de levas, quintas y reclutas para ir a la guerra. Al tiempo, se recomendaba a los justicias que prohibieran a los boticarios tratos, comercios y ocupaciones que les impidieran la continua asistencia de sus boticas. Situación similar ocurre en la actualidad en la sociedad, al no considerarse a las farmacias establecimientos comerciales ni a los farmacéuticos como dependientes y tampoco se le considera a la persona que compra en ella clientes, sino pacientes. Asimismo, a los farmacéuticos no se les permite tener dos o más regencias en diferentes lugares con mismo horario, a esto se le llama regencia pasiva (Navas, 2019).

Con respecto a las oficinas de farmacia, para dar una idea sobre cómo eran en esta época, González (2006) menciona que generalmente existía una separación entre el lugar donde se despachaba al público y el lugar de preparación de los medicamentos, además, disponían de su propio jardín de plantas medicinales. Según el tipo de farmacia se podían observar los utensilios más clásicos y otros más modernos (instrumentos recién inventados como el termómetro), la constante presencia del farmacéutico con el recetario en la mano y la de algunos ayudantes dedicados a la elaboración de los medicamentos como también a la atención de los clientes (p. 143).

Ilustración (S. XVIII). El siglo XVIII comprende aproximadamente entre el periodo 1740

y 1800, también se conoce como el Siglo de las Luces. La botánica y la química fueron la base de la farmacia durante la Ilustración y tanto al desarrollo de ambas como a su profesionalización contribuyeron decisivamente a los farmacéuticos. Aunque en esta época la profesión farmacéutica perdió su carácter esencialmente gremial, comenzó un proceso de institucionalización y dependencia del poder real en la medida en la que este se iba consolidando y centralizando en las diferentes naciones. El proceso de institucionalización fue llevado a cabo por los Borbones y afectó de forma muy importante a la Farmacia; se reorganiza el Protomedicato como organismo de gestión y control de las profesiones sanitarias (Díaz, 2009).

Se caracterizó por aparición de una revolución cultural en donde hubo muchos avances en el campo de la medicina, dietética y psicoterapia. Se comenzó a hablar de *higiene* como remedio para evitar la aparición de las enfermedades, por lo que tanto médicos como boticarios se pusieron de acuerdo en cuanto a la salud del paciente, ambos coincidieron que el primer peldaño para la salud era la higiene. Por primera vez la enfermedad fue definida como problema social, lo que da importancia a la higiene pública y social y concibe la salud como un capital social. Según Navas (2019), el médico Vicente Crespo, quien había enviado una carta a la Corte en el año 1784 exponiendo sus ideas sobre la higiene para mejorar la salud del pueblo dijo:

El uso y práctica de esta medicina [la higiene pública] es tan necesaria a la felicidad del Estado y mucho más útil que la más sana práctica de curar a los enfermos; vale mucho más y cuesta mucho menos precaver la población de enfermedades que medicinarlas y aun curarlas. La numerosa población contribuye sobremanera a la felicidad del Estado, pero contribuirá mucho más si se procura libertar de muchas enfermedades que puede y debe la medicina política (p. 29).

En cuanto a personajes que contribuyeron en esta época, algunos fueron Casimiro Gómez Ortega, quien completó la obra de Francisco Hernández. Este introdujo el sistema de clasificación linneano, publicó diversas obras y tradujo otras de gran influencia en la farmacia europea, participó muy activamente en la redacción de la primera Farmacopea hispánica (1794), tradujo también la Nueva Farmacopea del Real Colegio de Médicos de Londres y su análisis (una de las más exactas y arregladas de los últimos adelantos de la química, de la botánica y de la historia natural), fue el responsable del traslado del Jardín Botánico de Madrid a su ubicación actual, permaneció treinta

años como catedrático de este y contribuyó decisivamente con el esplendor alcanzado por esta institución (González, 2006).

Además, otros farmacéuticos que estuvieron ligados de una u otra manera con el Jardín Botánico de Madrid, que influyeron notablemente en el progreso de la botánica y, por consiguiente, la Farmacia son Luis Riquer (Boticario Mayor de Felipe V) a quien se debe la creación de dos jardines, de las cuales no solo cultivaba plantas necesarias para su botica, sino muchas otras procedentes de distintos países de Europa y América; Antonio Palau y Verdera (catedrático segundo y colaborador de Gómez Ortega) cuyos méritos está el haber sido el traductor e introductor en España de las obras de Linneo. Asimismo, relacionados con la creación y funcionamiento de otros jardines botánicos e instituciones de enseñanza en otras ciudades españolas, estuvieron los farmacéuticos Pedro Abad, Pedro Gregorio Echandía, Gregorio Bacas, Agustín Juan Poveda y Francisco Arjona (González, 2006).

En cuanto al tema de publicaciones, González (2006) refiere que aparecieron un sinfín de farmacopeas. En España, vieron la luz cuatro de ellas, de las cuales las dos primeras llevan por título *Farmacopea matritensis*, mientras que la tercera y cuarta las nombraron *Farmacopea hispana* (ya mencionada). Del mismo modo, en otros países de Europa se editaron farmacopeas nacionales y en EE. UU. apareció en 1820 la United States Pharmacopeia (la primera farmacopea estatal). Sin embargo, no solo estas farmacopeas fueron publicadas, también tuvieron buena aceptación los formularios hospitalarios como el *Formulario del Hôtel Dieu de París*, el *Formulario del Hospital General de Barcelona* o el *Formulario de medicamentos de Félix de Eguía*, *Farmacopea de la Armada de Leandro de la Vega* y el *Formulario Farmacéutico Militar de Parmentier*.

Por otro lado, la profesión farmacéutica siguió consolidándose, se fortaleció la estructura de los colegios farmacéuticos y la formación de los profesionales con la creación del Colegio de Farmacia de Madrid, los colegios de farmacia para la enseñanza universitaria de la profesión. Con los Borbones al poder, España trata de dar los primeros pasos para modernizar la Administración sanitaria mediante la homogeneización, centralización y jerarquización en torno al Real Tribunal del Protomedicato; una reforma administrativa motivó para que Medicina, Cirugía y Farmacia pasara a dirigir administrativamente su profesión. En esta labor el Real Jardín Botánico de Madrid, junto con la Real Botica, cumplió un papel importante en el desarrollo de la farmacia ilustrada, por

eso, no es de extrañar que el Protofarmaceuticato se nutriera con miembros de ambas instituciones (Díaz, 2009).

No obstante, en 1800 se estableció la Junta Superior Gubernativa de la Facultad de Farmacia, independiente de la Facultad Reunida de Medicina y Cirugía, que dispondría de su propio reglamento gracias a las Ordenanzas de Carlos IV publicadas ese mismo año y que después serían completadas con la Real Cédula de 1801 y las nuevas Ordenanzas de 1804. A partir de ese momento, la enseñanza farmacéutica quedaba estructurada en los grados de bachiller, licenciatura y doctor en Farmacia, señalándose para los que complementarían los diferentes niveles las mismas facultades, gracias, prerrogativas y exenciones que los que lo hicieran en las facultades de Medicina y el resto de las facultades mayores (Chiarlone y Mallaina, 1865).

Según Chiarlone y Mallaina (1865), el título de bachiller se conseguía con tres años de estudios y la superación de un examen al final de estos. Para acceder al título de licenciado y con esto establecer botica en cualquier pueblo de los dominios de S. M., el bachiller debía hacer dos años de prácticas en los laboratorios de los propios colegios o en los establecimientos públicos de boticarios aprobados; transcurridos los dos años de prácticas, los aspirantes debían someterse a un Tribunal examinador, ante él debían superar una prueba teórica y otra práctica. El título de doctor podía ser obtenido por cualquier licenciado que se presentase al examen correspondiente, el cual consistía en recitar de memoria en latín algún aspecto relevante de la farmacia.

El último punto por mencionar de este siglo es en cuanto a los propios establecimientos farmacéuticos, estos estuvieron influenciados por el estilo barroco, aunque en muchos casos también mostraba una magnificencia y elegancia mayor. Las estanterías, mesas, arcones y otros mobiliarios respondían al gusto recargado de la época, mientras que muchos establecimientos se veían realzados por esculturas o pinturas relacionadas con la farmacia (en algunas pocas con imágenes escultóricas o pictóricas de santos protectores o patronos presidiendo la farmacia). González (2006) menciona que:

Habitualmente, un mostrador o una gran mesa separaba la zona del público de la de farmacia -rodeada ésta de estantería repletas de botes y albarellos debidamente alineados- y en ella tenía lugar la dispensación. Detrás se situaba el resto de las dependencias de la farmacia, que eran variables según la importancia (p. 167).

Con base en lo anterior, se puede apreciar que efectivamente en esta época brota el arte, la ciencia y la literatura, todo de una forma más pintoresca y, al mismo tiempo, elegante. Se afirma que en la Farmacia del Palacio Real de Madrid se conserva una magnífica colección de botes elaborados en las fábricas de porcelana del Buen Retiro. Asimismo, en el Museo de la Farmacia de la Facultad de Farmacia en la Universidad Complutense de Madrid pueden encontrarse varias farmacias reconstruidas o reproducidas, además de pinturas y grabados alemanes que proporcionan una imagen fidedigna de lo que fueron las farmacias durante el Siglo de las Luces; se afirma que los grabados fueron uno de los medios más eficaces para la difusión de las ideas entre las clases populares, por lo que se estimulaba y se apoyaba su producción desde las instancias oficiales (González, 2006).

Siglo XIX. Según los historiadores de la ciencia, siempre ha habido una problemática cronológica y este siglo XIX no es la excepción. Ellos lo dividen en cuanto al desarrollo de la Terapéutica y la Farmacia (sitúan a ambas en el descubrimiento de la vacunación por parte de E. Jenner) y los que marcan línea divisoria en el inicio del aislamiento de los principios activos (origen de los medicamentos modernos). El punto de partida fue el aislamiento de la narcotina a partir del opio por el farmacéutico francés C. Derosne, poco después F. WA. Setürner obtendría una sustancia denominada como morfina a partir de los trabajos previos del propio Derosne, esta sirvió para que el farmacéutico alemán Karl Meissner la nombrara en 1818, con su nombre genérico de alcaloide (Díaz, 2009).

A lo largo del siglo se aisló un número creciente de alcaloides, glucósidos y muchos otros principios activos (estricnina, brucina, colquicina, quinina, cafeína, atropina, codeína, teobromina, papaverina, cocaína, pilocarpina, aconitina, daturina, hiosciamina, entre otras), lo que permitió disponer del principio activo concentrado. De esta manera, se pudo mejorar hasta niveles nunca alcanzados del control de la pureza, actividad, estandarización y dosificación de estos productos. Otro farmacéutico obtuvo de la digital (*Digitalis purpurea*), el primer glucósido, la digitalina, el cual fue de amplio uso; además, se obtuvo producto semejante a partir de las hojas, por lo que, finalmente, se inicia la terapéutica digitalica con el uso del glucósido cardiotónico hasta la actualidad (Chiarlone y Mallaina, 1865).

No obstante, la labor de los farmacéuticos y de los químicos no se limitó a los productos señalados anteriormente, sino que se extendió también a otros campos, como el descubrimiento de

los halógenos y su utilización en diferentes preparados farmacéuticos con aplicaciones diversas. El primero en descubrirse fue el cloro, labor realizada por C. Scheele, seguido por el yodo encontrado por B. Courtois en algas marinas, el bromo aislado por A. J. Balard y el flúor obtenido por el farmacéutico y Premio Nobel H. Moissan mediante métodos electrolíticos. Tras su descubrimiento, el cloro empezó a utilizarse en desinfectantes como el hipoclorito sódico y en anestésicos como el cloroformo o el cloral; el yodo se empleó en numerosas preparaciones como yodoformo, yoduro potásico, tintura de yodo, etc. (González, 2006).

Fue un periodo de grandes cambios, no solo modificó la materia farmacéutica, sino que la práctica de la farmacia también experimentó una profunda transformación. El descubrimiento y conocimiento de los remedios se trasladó progresivamente de la oficina particular al laboratorio y a las plantas industriales donde se asumieron las tareas de producción e investigación. Es conocido como el siglo de la industrialización, ya que abrió camino en el ámbito de la medicina, el uso de antibióticos y vacunas para tratar enfermedades producidas por microorganismos; la industria farmacéutica surgió de la botica, pero también fue el resultado de la industria química. Las oficinas de farmacias que hasta ese momento elaboraban la mayor parte de los productos que expendían recibieron cada vez con mayor frecuencia específicos procedentes de la industria (Navas, 2019).

En ese punto comienzan a formarse pequeños núcleos de fabricantes farmacéuticos, así como las industrias farmacéuticas que, apoyándose en los avances científicos y técnicos, en la protección de los derechos de propiedad, en la competencia de mercado y en el principio basado en el beneficio y la riqueza empresarial, transformarían el tratamiento farmacológico de la enfermedad al proporcionar medicamentos más seguros y eficaces, de mayor calidad y más económicos en cantidades grandes, al tiempo que posibilitaban la búsqueda de nuevos medicamentos mediante una investigación planificada. Es decir, por primera vez en la historia un gran número de enfermos podían tratarse con el mismo medicamento en diferentes partes del mundo (González, 2006).

Por otro lado, Navas (2019) destaca que, la creación de las industrias farmacéuticas causa preocupación e intriga en los farmacéuticos porque pensaban que iban a ser vistos únicamente como vendedores especializados, lo que provocaría la decadencia de las farmacias. Este fue un pensamiento erróneo, ya que la creación de estas les permite a los farmacéuticos dedicar más tiempo a la atención sanitaria de sus pacientes, además, son los responsables de fomentar la investigación y hacer realidad nuevas moléculas de productos farmacéuticos. Esto se debe a que

para lograrlo se necesita de sus conocimientos, monitorización y autorización, es decir, son las personas encargadas de avalar la salida al mercado con sello de eficacia y seguridad.

Sin embargo, con la llegada de toda la cadena de investigación, desarrollo y comercialización, el prestigio y la consideración social del farmacéutico se vieron reforzados por el carácter universitario adquirido por los estudios de farmacia. En España, esto tuvo lugar a partir de 1845, aunque no sería hasta la entrada en vigor del Real Decreto de 1886 cuando se produciría la verdadera modernización de los estudios farmacéuticos, en los cuales tuvieron un papel protagonista las enseñanzas de base química. Aunque con las peculiaridades propias de cada país y las continuas modificaciones de los planes de estudio, la formación teórico-práctica y el acceso a los títulos que permitían el ejercicio de la profesión respondieron a un esquema similar en la mayoría de los países occidentales (González, 2006).

Otro hecho relevante fue la incorporación de la mujer al mundo laboral de la farmacia y, por consiguiente, al mundo laboral. En épocas pasadas, se creía que la mujer tenía el cerebro menos desarrollado que el hombre y, por lo tanto, era inferior, tanto así que no podía ejercer, existían casos en los que la viuda de un titular farmacéutico debía buscar a un farmacéutico regente que fuera hombre para colocar en el lugar de su marido, porque para esa población las mujeres no eran capaces de aprender y poner en práctica todos los conocimientos. Sin embargo, Navas (2019) contradice esa errónea y lamentable idea mediante la siguiente cita:

En las razas más inteligentes, como sucede entre los parisinos, existe una gran cantidad de mujeres, el cerebro de las cuales presenta un tamaño más parecido al del gorila que al del hombre, que está más desarrollado. Esta inferioridad es tan evidente, que nadie puede dudar de esta afirmación ni un instante (p. 32).

Esta visión en la que la mujer es inferior al hombre ha ido cambiando poco a poco, lo que permite a todas las mujeres del mundo el ejercer cualquier profesión que ellas deseen. El siglo XIX tuvo muchos cambios, sin embargo, las oficinas de farmacia no sufrieron grandes transformaciones en cuanto a su espacio físico, pero sí en lo que se refiere a su decoración y aspecto externo, al desaparecer de sus techos y paredes los caimanes, tortugas, esqueletos animales, gavillas de plantas medicinales y otros colgantes tan característicos de los siglos anteriores. Por otra parte, las presentaciones de los productos industriales invadieron progresivamente las estanterías y

compartieron los anaqueles con los clásicos albarelos, los cuales no llegarían a desaparecer del todo hasta bien entrado el siglo siguiente (González, 2006).

Siglo XX. Se caracterizó por los avances de la tecnología, la medicina, la ciencia y, sobre todo, la industria; gracias al desarrollo de la industria algunos países se convirtieron en potencias mundiales y sustituyeron, de forma masiva, a la formulación magistral. Se puede resumir la evolución del medicamento magistral en tres periodos; uno al principio, cuando la fórmula todavía vehicula terapias de actualidad (las dos primeras décadas); una segunda hasta los sesenta en la que solo contiene principios activos clásicos en vía de desaparición y una tercera de franca expansión durante la cual el medicamento magistral contribuye con el tratamiento de las personas pacientes para los cuales no existen medicamentos industrializados (Montero, 2002).

A principio del siglo XX, los remedios secretos estaban prácticamente erradicados de las farmacias, los específicos habían perdido su carácter ambiguo y se habían convertido en los remedios secretos de los charlatanes o más bien se habían transformado en especialidades farmacéuticas autorizadas convenientemente. En España, el Reglamento para la elaboración y venta de las especialidades farmacéuticas de 1919 acabaría con los específicos y definirían la especialidad farmacéutica como: “Todo medicamento de composición conocida distinguida con el nombre del autor o denominación convencional dispuesto en envase uniforme y precintado para la venta” (González, 2006, p. 197), lo que afectó, de forma negativa, a la farmacia tradicional.

Esto llevó a la decadencia en el papel preparador del farmacéutico como consecuencia de la difusión de las especialidades farmacéuticas conduciéndolo a la búsqueda de otro concepto de la profesión. Montero (2002) enfatiza que: “La segunda mitad del siglo XIX y la primera del XX significa para la Farmacia una profunda crisis motivada por la aparición y posterior invasión del medicamento industrializado” (pp. 90-91), lo que evidencia que la actividad del farmacéutico en la oficina ha cambiado de una forma significativa, en parte por la evolución propia de la sociedad industrializada, así como por las limitaciones legales que afectan a la función como preparadores de medicamentos.

Por otro lado, ya había comenzado el periodo constructivo de la nueva terapéutica farmacológica y conseguido una cierta racionalización. Los clínicos franceses H. Huchard y Ch. Fiessinger habían simplificado la farmacoterapia a unos veinte medicamentos o mejor, grupos de medicamentos, a saber, opio, mercurio, quinina, nuez, vómica, digital, arsénico, fósforo, ergotina,

belladona, cloral, bismuto, bromuros, hipnóticos, purgantes, antisépticos, anestésicos, antipiréticos, nitritos, sueros, vacunas y los extractos animales, cada uno de lo cuales tenía una intención terapéutica específica. Además, se demostró la existencia de diversas sustancias antimicrobianas en cultivos bacterianos, algunas de las cuales llegaron a probarse clínicamente, aunque se descartaron a causa de su toxicidad (González, 2006).

Caso contrario sucedió con el hallazgo de la penicilina, ya que en setiembre de 1928, Alexander Fleming, quien tenía una amplia experiencia con los efectos bacteriolíticos de la lisozima se había encontrado con un hecho fantástico, un hongo que había contaminado sus cultivos de laboratorio poseía la capacidad de impedir el crecimiento de estafilococos y dedujo que ese moho contaminante presentaba verdadera actividad antibacteriana. Durante los siguientes días, junto con sus colaboradores se dedicó a obtener el jugo del moho, a comprobar su eficacia y seguridad en animales de experimentación, lo que demuestra su poder antimicrobiano y su bajísima toxicidad. Fue calificada como: “El antiséptico de sus sueños, una sustancia, que incluso diluida, seguía siendo bactericida, bacteriostática y bacteriolítica” (González, 2006, pp. 211-220).

Siguió surgiendo muchos productos y durante el primer tercio del siglo XX se prepararía el terreno para la anticoncepción hormonal, uno de los más innovadores conceptos desarrollado por L. Haberlandt a partir de los siguientes hechos, descubrimiento de la función endocrina de los ovarios, del control hormonal del ciclo menstrual y del embarazo, así como del hallazgo y aislamiento de las hormonas sexuales. Pese a esto, debieron esperar hasta 1960 para contar con la famosa *píldora anticonceptiva*, uno de los avances farmacoterapéuticos de mayor repercusión social en la historia de la humanidad, no obstante, existió contraposición a la ética religiosa, ya que todo acto sexual tiene un fin y es la creación de la vida y todo lo que se oponga a esto infringe la ley de Dios (Navas, 2019).

A pesar de esa contraposición, las industrias farmacéuticas se dedicaron a investigar la anticoncepción, lo que evita embarazos no deseados y enfermedades de transmisión sexual que causan daños irreparables a la humanidad y a la sociedad en general. En la actualidad, existen en el mercado diferentes métodos anticonceptivos y son de tenencia obligatoria en las oficinas de farmacia, aunque vaya en contra de los principios y valores éticos, morales o religiosos del farmacéutico. A continuación, (2019) explica detalladamente algunos productos existentes en el siglo XX que se utilizaron como métodos anticonceptivos, su manera adecuada y sencilla de uso:

Para evitar el embarazo de la mujer, son varios los productos químicos que se pueden utilizar, por lo que iré citándolos y así cada cual escogerá el que crea más fácil y conveniente. Así pues, acto seguido a la cópula, la mujer se dará una inyección con el irrigador o la ducha, para expulsar de la vagina todo esperma o licor vital que el hombre en su eyacuación habrá depositado. La inyección puede ya estar preparada de antemano a fin de que no haya que entretenerse en su arreglo ni momentos antes ni después de la cohabitación (p. 35).

Estos cambios provocan el desarrollo de otras actividades que intrínsecamente pertenecen al farmacéutico. Mientras las oficinas de farmacia se profesionalizaban, aseguraban un abastecimiento eficiente y rápido a partir de las cooperativas y empresas distribuidoras, se trataba de potenciar el cuidado de salud y la automedicación responsable. Por otra parte, la farmacia hospitalaria española dio un salto espectacular, con la creación de la Asociación Española de Farmacia Hospitalaria. En 1955 se desarrolla, con la influencia de la escuela americana, el concepto de *Farmacia Clínica*, el profesor J. A. Salvá Miquel (farmacólogo y farmacéutico) fue quien planteó por primera vez la farmacia como un servicio clínico más, J. Bonal inició con su enseñanza (González, 2006).

La especialidad llegó en 1982 y la Ley del Medicamento de 1990 definió a los servicios de farmacia hospitalaria como *estructuras de soporte para el uso racional del medicamento*. Para esto, reconoce las funciones que han de ejercerse en distintos ámbitos como gestión y organización del servicio, gestión clínica de farmacoterapia, gestión económica, dispensación y distribución de medicamentos a pacientes hospitalizados y externos, elaboración de medicamentos, información de medicamentos y gestión del conocimiento, Farmacocinética Clínica, farmacovigilancia, atención farmacéutica, docencia de pregrado y de posgrado, lo que incluye la tutoría de residentes, formación continuada activa, investigación y participación institucional (González, 2006).

A finales del siglo XX e inicios del XXI surge por necesidades obvias la reconquista del respeto social-político hacia la profesión y esta pasa necesariamente por ofrecer a la sociedad un nuevo servicio, es decir, el concepto de asistencia farmacéutica. Este proceder que la mayoría de los farmacéuticos habían desempeñado habitualmente en el ejercicio profesional, cada uno a su aire y sin darle importancia por verlo inherente con su trabajo, pero sin normas que lo homologaran

y documentaran y sin que nadie repare en la trascendencia de lo que hacen sin ser valorados por esto (Montero, 2002).

Sin embargo, la profesión farmacéutica cuenta desde el año 2000 con un código ético y deontológico propio, inspirado en los derechos establecido por la Constitución Española, por la Declaración de derechos humanos y por los criterios bioéticos del Convenio de Oviedo. El código se centra en los derechos de las personas pacientes y en el papel del farmacéutico como agente de salud. Destacan la prioridad del farmacéutico en la mejora de la salud y la calidad de vida de las personas pacientes, así como en la cooperación con los colegas y otros profesionales para conseguir este propósito, supeditando a ese objetivo sus legítimos intereses particulares, la obligación de abstenerse a participar en las actuaciones que atenten contra la dignidad humana, los derechos del ser humano y la aplicación correcta de los medios preventivos, diagnósticos y terapéuticos (González, 2006).

Historia y evolución de la farmacia costarricense

Costa Rica, un pequeño país centroamericano, no contó con los servicios de médicos ni de boticas. La pobreza de este país era tan grande que no podía reunir el dinero para pagar los servicios médicos, cuya falta se hacía sentir enormemente. En esta situación, los curanderos abundaban, había uno de estos individuos que curaba la mordedura de toda clase de serpientes venenosas aplicando exterior e interiormente la hiel de cascabela. Un nicaragüense al que llamaban Dr. Crispín recetaba el caldo de zopilote, había otro en Heredia que por ser muy aficionado a un método llamado *la purga* había dado muerte a muchos, por lo que se sobrepasó el número de muertos al de nacimientos, por lo que el gobernador se vio obligado a prohibir que los curanderos ejercieran (González, 1945).

La situación era tan grave a principios del siglo XIX que en todo el país no había un solo médico, el primero que llegó a Costa Rica fue el Dr. Esteban Corti, médico y naturalista, vino en 1781 e impresionó tanto al pueblo con sus curaciones que lo tomaron como brujo, fue preso y llevado a Guatemala para que lo juzgara la Inquisición. Sin embargo, el Dr. Nazario Toledo fue el primer médico que se estableció definitivamente en el país, también fue el primer protomédico. No obstante, el primer médico costarricense que llegó después de varios años de estudio en el

extranjero fue José María Montealegre, quien más tarde resultó electo presidente de la República. En 1849 vino al país el primer farmacéutico graduado llamado Fermín Meza (González, 1945).

El ejercicio de farmacia inició desde la época colonial, su florecimiento como profesión fue hasta en la segunda mitad del siglo XIX, ligado a la industrialización de los medicamentos, a la vez, fue resultado de la segunda revolución industrial y de la expansión del capitalismo. No obstante, debido al desconocimiento de la especialidad farmacéutica y a la ausencia de profesionales en la materia, el desarrollo de la farmacia estuvo ligado íntimamente al de medicina. Hasta a finales del siglo la mayoría de las boticas estuvieron regentadas por médicos, lo que consolida su posición y prestigio en el ámbito social. Esta situación se había consolidado desde 1841, cuando Braulio Carrillo permitió a los galenos regentar las boticas (Fumero, 2013).

A pesar de que el Estado había tratado, infructuosamente, de controlarlos en las diferentes crisis epidémicas estos eran agentes que le permitieron proyectar una imagen de servicio y autoridad. Posteriormente, reconoció legalmente su labor en las leyes de 1851 y 1855, en las que les permitían atender consultas en los lugares donde no había médicos, siempre que estuvieran subordinados al poder central y a los consejeros médicos. Se atendieron así las emergencias nacionales originadas en las crisis epidémicas, especialmente la del cólera en la década de 1830 y, posteriormente, en la emergencia nacional de 1856. Según Fumero (2013), en setiembre de 1841, con el objetivo de capacitar a algunos jóvenes y a los empíricos en los rudimentos farmacéuticos, se autorizó:

A los médicos y cirujanos por el término de dos años, para que puedan tener una botica y despachar en ella, con tal que cada uno enseñara, a su costa la Farmacia, a un joven bajo la inspección inmediata de la autoridad política local [...]* Las personas que en este arte tuvieran conocimientos, aunque no estén aprobadas, pueden tener botica y despachar, pagando mensualmente un derecho, que no bajo de ocho reales, ni exceda de veinte [...] cumplidos los dos años, los farmacéuticos aprobados que quieran ejercer su arte despachando una botica, obtendrán licencia de la autoridad local (párr. 7).

Al tratar de preparar suficiente personal con el objetivo de eliminar el curanderismo, desarrollar la profesionalización de la labor farmacéutica y los programas de salud e higiene públicas, este proyecto se reforzó con el florecimiento de boticas para el despacho de

medicamentos y drogas. Para la década de 1850, en los periódicos de la época se promocionaban ocho boticas en la ciudad de San José. Todas ofrecían de sus servicios para atender a una población de josefinos de aproximadamente 8.863 habitantes, de manera que, en promedio había un establecimiento por cada 1.107 personas. Algunas de esas farmacias, pese a estar regentadas por un boticario, eran propiedad de algún médico (Fumero, 2013, párr. 8).

Se inició la organización del sector salud en la administración del presidente Juan Rafael Mora Porras (1850-1859) por decreto n.º XXXVI del 29 de octubre de 1857 que ordenó el establecimiento del *Protomedicato de la República y la Sociedad Médica*, cuyas funciones fueron las de autorizar el ejercicio de la medicina, fijar el costo de la atención, regular el funcionamiento de las boticas, controlar el buen estado, accesibilidad y pureza de los medicamentos en ellas expandidos o elaborados. El primero estaba compuesto de un protomédico que presidía el tribunal y la Sociedad Médica por dos vocales, un censor y un secretario, lo formaban todos los doctores y licenciados en Medicina y Cirugía, farmacéuticos, obstétricos y dentistas que existían entonces en el país (Badilla, 2006).

De esta manera, mediante un nuevo decreto propusieron que todos los profesionales de la ciencia que ingresan al país efectúen exámenes teóricos-prácticos, para presentar ante el Protomedicato sus títulos o diplomas y, a la vez, demostrar que les pertenecían. A los farmacéuticos se les examinaba en Botánica, Zoología y Química Médica, principios generales de Farmacia, conocimiento de las drogas y el arte de formular. El examen práctico se efectuaba en una oficina farmacéutica. Una vez aprobado, el examinado se incorporaba y se le extendía la licencia para ejercer su profesión. Aunque el Protomedicato no enseñó Farmacia de una manera formal, esta constituía un aspecto importante en sus evaluaciones, con lo que la mantenían viva (González, 1945).

Educación farmacéutica. Debido a la preocupación y la necesidad de contar con farmacéuticos *profesionales*, así como con elementos preparados para el desempeño de funciones de capital importancia para la salubridad pública, se llevó a cabo la fundación de la Universidad de Santo Tomás en 1843. Se pensó dotarla de todas las facultades de las que debía componerse, pero no fue sino hasta el 17 de enero de 1849 que el presidente de la República, José María Castro, decretara la apertura de una Cátedra de Farmacia en este plantel, esto fue firmado por Joaquín Bernardo Calvo como el ministro de Relaciones y Gobierno. Hurtado (2006) hace

énfasis en el Decreto n.º III:

[Que empezó a funcionar el 1º de abril]. Como ha sido ya señalado, a pesar de que el país contaba para esa época con abundantes médicos y cirujanos, la falta de farmacéuticos diplomados se hacía sentir mucho. Los pocos graduados en Farmacia que había entonces eran casi todos extranjeros, muy pocos para satisfacer siquiera las necesidades de la Capital. Años más tarde, al clausurarse la Universidad de Santo Tomás, en 1888, desapareció esta Cátedra, sin haber graduado estudiantes (p. 425).

La cátedra, a pesar de las grandes necesidades del país, existió solo en el papel prácticamente, debido a que no hubo suficiente matrícula, porque la juventud desaprovechó esa oportunidad. Por lo tanto, el único año que funcionó fue 1862, cuando se impartió un curso de Farmacia. En 1874, se dieron cursos de Farmacia en el Hospital San Juan de Dios y, tres años después, el señor Fernando Muñoz se graduó como farmacéutico, aunque no se conoce la relación, si la hubo, de estos cursos y la Universidad de Santo Tomás. En cuanto al artículo 2 del Decreto n.º III, González, Barquero y González (1996) hacen referencia a su programa de estudios:

El estudio de dicha ciencia se divide en teoricopráctico. El teórico durará dos años: en el primero se enseñarán las siguientes materias accesorias: física-médica, química-médica y zoología-médica); y en el segundo se enseñará Farmacia-teórica. El estudio práctico durará dos años continuos y deberá hacerse, por ahora, en la botica pública bajo la dirección del catedrático de Farmacia o de cualquier otro profesor de dicha Facultad (pp. 85-86).

Sin embargo, como consecuencia del cierre de la Universidad de Santo Tomás, aunado a las necesidades sociales de médicos y farmacéuticos, así como la existencia creciente de jóvenes deseosos de llevar a cabo estudios superiores en ciencias, se preparó el ambiente para establecer la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia. El 3 de abril de 1895, el Dr. Juan J. Ulloa Giralt, hijo del Lic. Juan José Ulloa Solares (último rector de la Universidad de Santo Tomás) logró que el Congreso de la República reorganizara el Protomedicato, que no había funcionado adecuadamente y que, en lo sucesivo, se le llamara Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia de Costa Rica. (González *et al.*, 1996).

El 29 de agosto de 1895, el Congreso aprobó la Ley Orgánica de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia. Un hecho fundamental realizado por esta facultad para cumplir con sus objetivos de: “Dirigir la enseñanza de esas ciencias, promover y fomentar su desarrollo, conferir títulos académicos de las diversas ramas que ellas abrazan” (Fumero, 2013, párr. 21), fue acordar el establecimiento en esta capital de una Escuela de Farmacia (sesión del 1° de febrero de 1897). Esta estaba constituida como: “Un Instituto de enseñanza profesional, bajo la inmediata dependencia de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia” (Fumero, 2013, párr. 21) y aprobar el mismo día su reglamento general. El 5 de febrero se dio a conocer el proyecto al Poder Ejecutivo, el cual lo refrendó tres días después.

La fundación de la Escuela de Farmacia fue fundamental, no solo para su propia enseñanza, en forma seria y constante, sino también de otras disciplinas como Biología, Química, Anatomía, Bacteriología, Fisiología, entre otros, pues durante muchos años fue el único centro de enseñanza superior en el país que favorecía las ciencias. En los primeros años, la Escuela ocupó una casa de habitación situada al suroeste del Parque Central de San José, sobre la avenida octava. Con la aprobación de su reglamento, el 8 de febrero de 1897, surgió el primer *curriculum* de Farmacia, con una duración de cuatro años. Los cursos eran anuales y se impartían desde marzo hasta noviembre y en diciembre se hacían los exámenes (orales y anuales) ante un tribunal (González *et al.*, 1996).

Los primeros cursos se iniciaron el 15 de marzo de 1897 con trece alumnos. Durante los años 1897 y 1898, la Escuela fue administrada por la Junta de Gobierno de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia. Hurtado (2006) menciona que, durante 1899, 1900 y 1901, Elías Jiménez Rojas tuvo su labor como director, otorgaba el título de licenciado a las personas estudiantes que ganaban los exámenes de *prueba* correspondientes a los cuatro años de estudio y que, además, contaban al menos con un año de práctica farmacéutica; él le dio un gran impulso a esta institución. Asimismo, menciona que Pérez Calvo en su libro *Memoria General*, lo considera como el padre de la Farmacia en Costa Rica.

Para esa época, según González *et al.* (1996) el plan de estudios de la Escuela de Farmacia presentaba en el primer año 4 cursos, en el segundo año 5 cursos, en el tercer año 4 cursos y, finalmente, en el cuarto año 7 cursos, este es último año el fundamento de la Farmacología, esta se entendía como farmacodinamia general, es decir, se puede definir como el conocimiento de la

acción fisiológica de los fármacos, el poder de los agentes curativos sobre los organismos vivos durante la salud (propiedades farmacodinámicas), así como en la enfermedad (terapéutica) cuando se administra en dosis venenosa, es decir, la toxicología.

Figura 1

Plan de estudios de Farmacia en 1897

| |
|---|
| <p><i>Primer año:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1-Física General y Experimental 2-Química Inorgánica 3-Historia Natural 4-Botánica General |
| <p><i>Segundo año:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1-Química Orgánica 2-Botánica 3-Trabajos de oficina (Despacho de Recetas). 4-Zoología General 5-Mineralogía y Cristalografía |
| <p><i>Tercer año:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1-Química Analítica Farmacéutica (Práctica de Análisis Cualitativos y Cuantitativos) 2-Elementos de Fisiología Humana 3-Trabajos prácticos de oficina 4-Farmacia Teórica, primera parte. |
| <p><i>Cuarto año:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1-Análisis Tetrimétricos 2-Toxicología 3-Trabajos prácticos de microscopio 4-Materia Médica 5-Terapéutica General 6-Farmacia Teórica, segunda parte 7-Cursos teóricos y prácticos en trabajos de laboratorio. |

Nota. González *et al.* (1996).

A lo largo de la investigación se afirma que la unión de las personas profesionales en Medicina y en Farmacia no ha sido de mucho agrado en el ámbito mundial y en Costa Rica no fue la excepción. Hubo muchos roces entre el gremio de las personas profesionales en Farmacia el de profesionales en Medicina, además al existir el número de farmacéuticos necesario para exigir el cumplimiento de la ley que disponía que todas las farmacias de la República hubiera un farmacéutico, la Junta de Gobierno se opuso a la ejecución de esta ley y pretendió nulificar los votos de los farmacéuticos incorporados legalmente. Con tal motivo, se inició el movimiento de separación de los farmacéuticos de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia para agruparse en

el Colegio de Farmacéuticos por ley del 12 de agosto de 1902, cuyo Reglamento se decretó el 18 de octubre de 1902 (González, 1945, p. 68).

Desde 1902 a 1940, la enseñanza de la farmacia estuvo regulada por el *Reglamento General de Farmacia*. Este señalaba que la responsabilidad de la enseñanza estaba en manos de un consejo de profesores, elegido por el colegio en asamblea general. En el artículo n.º 6 de ese reglamento se estipulaba: “La dirección inmediata de la enseñanza es confiada a un consejo de profesores, elegidos por el Colegio en Asamblea General” (Fumero, 2013, párr. 23). Algunas de las atribuciones del consejo eran preparar los programas de la escuela, fijar los horarios de los cursos y de los exámenes, colaborar con el inspector de la escuela (quien fungía como director), así como inaugurar o clausurar los cursos y nombrar a los miembros de los tribunales de exámenes y a las personas docentes.

Badilla (2006) menciona que el 28 de noviembre de 1902 los delegados de la Facultad de Medicina y Cirugía hicieron entrega oficial de la Escuela de Farmacia al Colegio de Farmacéuticos y desde ese momento (38 años de administración) hasta el día 26 de agosto de 1940, que fue el establecimiento de la Universidad de Costa Rica, la Escuela de Farmacia no solamente pasó a ser administrada y dependiente de esta como Facultad de Farmacia, sino que acogió como suyos los propósitos de la Universidad de Costa Rica, los cuales son:

Obtener las transformaciones que la sociedad necesita para el logro del bien común, mediante una política dirigida a la consecución de una verdadera justicia social, del desarrollo integral, de la libertad plena y de la total independencia de nuestro pueblo (p. 314).

Aunque la Escuela de Farmacia pasó a ser una facultad en la Universidad de Costa Rica, no se modificó su orientación, además, siguió ofreciendo los mismos estudios. Bajo la responsabilidad de la enseñanza de la disciplina, es decir, la tutela de la universidad, se adoptaron nuevos programas y planes de estudio, se nombró al personal docente y administrativo, se otorgaron grados académicos y títulos profesionales. Desde entonces, el colegio ha colaborado en el desarrollo de la ciencia farmacéutica: “[Al] promover el progreso de la farmacia y todas las ciencias que con ella se relacionan [...] y cooperar con la Universidad en cuanto ésta lo solicite o la ley lo ordene” (Fumero, 2013, párr. 26).

Al abrirse la Facultad, el 1° de marzo de 1941, la matrícula fue de 49 estudiantes y para el 15 de marzo de mismo año el número había ascendido a 63. Del total de estudiantes matriculados en la Universidad de Costa Rica (718), las personas estudiantes de Farmacia representaban el 8.75 %. Durante la década de 1940, se mantuvo el número de estudiantes entre un 60-65, con un incremento importante en la matrícula de mujeres, incluso en 1942 el decano señaló: “La cantidad de mujeres ha venido en aumento; el año pasado alcanzó el 25% de la matrícula total” (Fumero, 2013, párr. 32). Un dato para destacar es que la primera solicitud de una mujer para matricularse fue hecha en el año 1912 por la señorita Lita Chaverri M., quien se graduó de farmacéutica cuatro años después.

Debido al crecimiento de la facultad, en 1965 se iniciaron las gestiones para construir un edificio propio, gracias al voto de confianza y a la iniciativa del rector Carlos Monge Alfaro. El 24 de junio de 1971, al inaugurarse el edificio, se consolidó el núcleo médico universitario y se centralizó una serie de cátedras, laboratorios y servicios de la enseñanza médica. La Facultad de Farmacia no solo ha permitido desarrollar las ciencias médicas, sino que ha creado instituciones que permiten acercarse a la comunidad nacional como la Farmacia Universitaria, inaugurada en 1980. Desde entonces, presta servicios como centro de información acerca de medicamentos, sobre intoxicaciones, entre otros; esto provocó la creación del Centro de Información de Medicamentos (Cimed®) en 1983 (Fumero, 2013).

Continuando con las instituciones, una fundada en 1991 en la Facultad de Farmacia fue el Instituto de Investigaciones Farmacéuticas (Inifar®), esta se dedica a realizar investigación, desarrollo, vínculo externo y proyección social de las ciencias farmacéuticas en procura de la salud pública y del avance científico-tecnológico del país. Esta se intensificó con la creación del Laboratorio de Análisis y Asesoría Farmacéutica (Layafar®), esta realiza una labor pionera destacada en el campo del control de calidad de medicamentos, así como de asesoría farmacéutica de Costa Rica desde los inicios de esta en el país. Además, ha contribuido por más de 15 años con el Ministerio de Salud en la tarea de garantizar la calidad y la seguridad de los medicamentos que se registran y comercializan (Fernández, 2020).

Asimismo, surgió el Laboratorio de Biofarmacia y Farmacocinética (Labiofar®), este realiza análisis biofarmacéuticos y también estudios farmacocinéticos a través de proyectos de investigación básica aplicada o por medio de investigación contratada por compañías

farmacéuticas. Finalmente, existe otro denominado Laboratorio de Fitofarmacología y Tecnología Farmacéutica y Cosmética (Lafitec®) que se dedica a la investigación de productos naturales y realiza estudios tóxico-farmacológicos de sustancias de origen natural a través de diferentes ensayos *in vitro* e *in vivo*, así como estudios fitoquímicos dirigidos a la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas (Fernández, 2020).

Las personas estudiantes de Farmacia pueden llevar a cabo horas estudiante o asistente en las distintas dependencias del Inifar, ya sea Layafar®, Labiofar®, Lafitec® o Cimed®, solo deben cumplir con los requisitos que solicita la Universidad de Costa Rica para el nombramiento, además debe consultar en cada unidad si hay horas disponibles y, de esta manera, solicitar el espacio. Gracias a que la Facultad de Farmacia ha contribuido en distintas áreas importantes para la población costarricense mediante la formación de profesionales altamente calificados, también ha contribuido en el fortalecimiento de la Caja Costarricense de Seguro Social y ha tenido un aporte científico y técnico en la elaboración de reglamentación en el Ministerio de Salud (Fernández, 2020).

Por último, es conveniente acotar que más adelante se presentaron oportunidades académicas de la educación superior costarricense ofrecidas por universidades privadas. Sin embargo, según Cox (2002) las universidades que en la actualidad ofrecen la carrera de Licenciatura en Farmacia son la Universidad Iberoamericana creada en el año 1996, la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad Latina de Costa Rica, ambas fueron creadas desde el año 1997, la Universidad de Ciencias Médicas (Ucimed) desde el año 1999. Por otro lado, Méndez y Gonzalo (2018) agrega otra institución, por ejemplo, el Instituto Parauniversitario Asociación de Servicios Médicos Costarricenses (Asemeco) agregada en el año 2013, pero solo da el grado de diploma (p. 60).

Conceptualización del curriculum/currículo

El término *curriculum* procede del latín (su raíz es la de *cursus* y *currere*), que significa *carrera* o *corrida*, tiene una vida corta. Los historiadores del *curriculum* sitúan el nacimiento de lo curricular como área específica de teorización e investigación en 1918 con la publicación del libro *The Curriculum* de Franklin Bobbitt, profesor de la Universidad de Wisconsin en Estados Unidos. Esta obra, considerada el primer trabajo sistemático sobre la problemática curricular, surge

en un periodo en el que emerge con fuerza un movimiento centrado en la cuestión de qué es lo que la escuela debe enseñar como un problema que debía abordarse de forma científica (Sanz, González, Hernández y Hernández, 2003).

Vila (2011) menciona que Bobbit en 1918 definió el currículo como: “El conjunto de cosas que los niños y jóvenes deben hacer y experimentar, a fin de desarrollar habilidades para enfrentar los problemas de la vida adulta” (p. 304). Esta definición evidencia una tendencia práctica de currículo, con una proyección de aplicabilidad en los contextos y épocas de fuera de la escuela, logrado a través de la especificidad de los resultados que se desea alcanzar, es decir, del logro de objetivos propuestos. Además, evidencia la influencia del instrumentalismo en este concepto y la presencia de la influencia de las ideas de la nueva educación de inicios del siglo XX.

Esto en su origen, significó el territorio acotado y regulado del conocimiento que representa los contenidos que el profesorado y los centros educativos tendrán que desarrollar, es decir, es el plan de estudio propuesto e impuesto en la escolaridad a profesores para que lo enseñen y, por consiguiente, a las personas estudiantes para que lo aprendan. Sin embargo, Pinar (2016) menciona que para muchos de los futuros docentes lo denotan como un programa o *syllabus* o tal vez solo la lista de libros que hay que leer, a diferencia de su punto de vista, el cual concibe el *curriculum* como: “Un concepto altamente simbólico, una conversación compleja que enlaza las experiencias del presente, del pasado y del futuro (currere)” (p. 38).

El currículo es un término nuevo y abordado ampliamente por muchos autores por lo que en la literatura se encuentran variedad de posiciones en cuanto al tema, lo que genera un sinnúmero de definiciones desde el ámbito pedagógico y esto ha conducido a que se transforme en una palabra polisémica, es decir, que esa misma palabra tiene varios significados. Sin embargo, es posible afirmar que el currículo: “Más que concebirse como lo que puede ser aprendido [...] [concibe] un conjunto de experiencias mediante las cuales los que aprenden construyen una concepción del mundo más cercana a la concepción de los científicos” (Driver, 1988, p. 116).

La posición de Driver (1988) enfatiza un enfoque constructivista de la pedagogía, afirma que el objetivo del currículo es la búsqueda del saber epistémico, es decir, la edificación del conocimiento por parte del mismo sujeto de aprendizaje y no de cualquier saber, sino de un conocimiento fortalecido y significativo. Por otro lado, para Hernández (1993, citado en Avendaño y Parada, 2013) la concepción curricular menos elaborada es aquella en la que se considera el

currículo como un plan de estudios. Sin embargo, Ianfrancesco (2003) va más allá de esta perspectiva y, a partir de un análisis de la literatura sobre el concepto de currículo, permite inferir que este constructo es el resultado de un proceso evolutivo marcado por las características de la sociedad en cada momento histórico.

Existen en la actualidad más de 100 definiciones del término *currículo* que reflejan diferentes visiones sociopolíticas de la educación, de la institución educativa, del conocimiento, del cambio social, así como de la manera de entender la relación entre la teoría educativa y la práctica pedagógica. Estas definiciones pueden ser muy generales y vagas, o bien, específicas y puntuales, así como holísticas y estructurales. Sin embargo, Ianfrancesco (2003) hace una recuperación histórica del concepto de currículo desde 1924 en la actualidad, organizando esta evolución curricular por décadas y se tienen en cuenta, en este proceso, grandes aportes de expertos de diferentes países en currículo, como.

Década de los 50:

Para Saylor y Alexander (1954):

El currículum es el esfuerzo total de la escuela para lograr los resultados deseados en las situaciones escolares y extraescolares.

Para B.O. Smith, Stanley y Shores (1957):

El currículum es una secuencia de experiencias posibles instituidas en la escuela con el propósito de disciplinar la niñez y la juventud, enseñándoles a pensar y actuar en grupos.

Década 60:

Para Kearney y Cook (1960):

El currículum son todas las experiencias que un aprendiz tiene bajo la guía de la escuela.

Para Dottrens (1962):

El currículum es un documento con un plan detallado del año escolar en término de programa.

Para Johnson (1967):

El currículum es una amplia guía educacional y de la enseñanza para los profesores.

Década del 70:

Para Hilda Taba (1973):

El currículum es una manera de preparar a la juventud para participar como miembro útil en nuestra cultura.

Rule (1974): haciendo un recorrido histórico de las definiciones de currículo presentadas en la literatura especializada norteamericana, expone estas definiciones:

El currículum son las experiencias de aprendizaje planificadas, dirigidas o bajo revisión de la escuela, ideadas y ejecutadas u ofrecidas por la escuela para lograr determinados cambios en los alumnos.

El currículum son las experiencias que la escuela utiliza con la finalidad de alcanzar determinados objetivos.

EL currículum es la definición de los contenidos de la educación.

El currículum son los objetivos, planes, propuestas en contenidos de la enseñanza.

El currículum es el reflejo de la herencia cultural.

El currículum es el programa de la escuela que contiene contenidos y actividades que permiten lograr los objetivos propuestas para el aprendizaje.

Para King (1976):

El currículum es, antes que otra cosa, la selección cultural estructurada bajo claves psicopedagógicas de esa cultura que se ofrece como proyecto para la institución escolar.

Para Beauchamp (1977):

El currículum es un documento diseñado para la planeación instruccional.

Para Glazman y De Ibarrola (1978):

El currículum es el conjunto de objetivos de aprendizaje, operacionalizados, convenientemente agrupados en unidades funcionales y estructuradas de tal manera que conduzcan a los estudiantes a alcanzar un nivel de dominio, que normen eficientemente las actividades de enseñanza y aprendizaje que se realizan bajo la dirección de la institución educativa responsable, y permitan la evaluación de todo el proceso de enseñanza.

Para Young (1979):

El currículum es el mecanismo a través del cual el conocimiento se distribuye

socialmente.

Década del 80:

Para Bernstein (1980):

El currículum son las formas a través de las cuales la sociedad selecciona, clasifica, distribuye, transmite y evalúa el conocimiento educativo considerado público.

Bernstein considera que el currículo refleja la distribución del poder y los principios de control social.

Para Acuña (1980), Glazman y Figueroa (1980), y Díaz-Barriga (1981):

El currículum es el proceso dinámico de adaptación al cambio social en general y al sistema educativo en particular.

Para Heubner (1981) y para McNeil (1983):

El currículum es la forma para acceder al conocimiento.

Para Arredondo (1981):

El currículum es el resultado de: a. El análisis y reflexión sobre las características del contexto, del educando y de los recursos; b. La definición, tanto explícita como implícita de los fines y los objetivos educativos; c. La especificación de los medios y los procedimientos propuestos para asignar racionalmente los recursos humanos, materiales, informativos, financieros, temporales, y organizativos, de manera que se logren los fines propuestos.

En la más reciente edición del Diccionario de la Real Academia, se define como currículo como conjunto de estudios y prácticas destinadas a que el alumno desarrolle plenamente sus posibilidades.

Schuber (1985) también plantea las definiciones del currículum que ha encontrado más válidas:

El currículum es el conjunto de conocimientos o materias a superar por el alumno dentro de un ciclo, nivel educativo o modalidad de enseñanza.

El currículum es el programa de actividades planificadas, debidamente secuencializadas, ordenadas metodológicamente.

El currículum son los resultados pretendidos de aprendizaje.

El currículum es la plasmación del plan reproductor para la escuela que tiene una determinada sociedad, que contiene conocimientos, valores y actitudes.

El currículum es la experiencia recreada en los alumnos a través de la cual puedan desarrollarse.

El currículum son las tareas y destrezas a se dominadas en la formación profesional y laboral.

El currículum es el programa que proporciona contenidos y valores para que los alumnos mejoren la sociedad en orden a la construcción social de la misma.

Para Whitty (1986):

El currículum es aquella invención social que refleja elecciones sociales conscientes e inconscientes, concordantes con los valores y creencias de los grupos dominantes en la sociedad.

Para Apple (1986):

El currículum es el conocimiento abierto y encubierto que se encuentra en las situaciones escolares y los principios de selección, organización y evaluación de este conocimiento.

Para Grundy (1987):

El currículum no es un concepto [...] es un modo de organizar una serie de prácticas educativas.

Para Sarramora (1987):

El currículum es el conjunto de las actividades socialmente aprobadas e insaturadas en los centros docentes en orden a intentar conseguir el desarrollo de los jóvenes, los cuales no serían nada sin la educación mientras que gracias a ella se van a convertir en personas y miembros activos de la sociedad en que nacieron.

Para José A. Arnaz (1987):

El currículum es el plan que norma y conduce, explícitamente, un proceso concreto y determinado de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla en una institución educativa.

Década del 90:

Para Gimeno Sacristán (1991):

El currículum es el elemento nuclear de referencia para analizar lo que la escuela es de hecho como institución cultural, y a la hora de diseñar en proyecto alternativo de institución. Viene a ser como un conjunto temático, abordable

interdisciplinariamente, que hace de núcleo de aproximación a otros muchos conocimientos y aportes sobre la educación.

Para Jurjo Torres (1992):

El currículum es explícito y oculto: el currículum explícito u oficial son las intenciones que, de manera directa, indican tanto las normas legales, los contenidos mínimos obligatorios o los programas ficiales, como los proyectos educativos del centro escolar.

El currículum oculto son todos aquellos conocimientos, destrezas, actitudes y valores que se adquieren mediante la participación en procesos de enseñanza y aprendizaje y, en general, en todas las interacciones que se sucedan día a día en las aulas y centros de enseñanza.

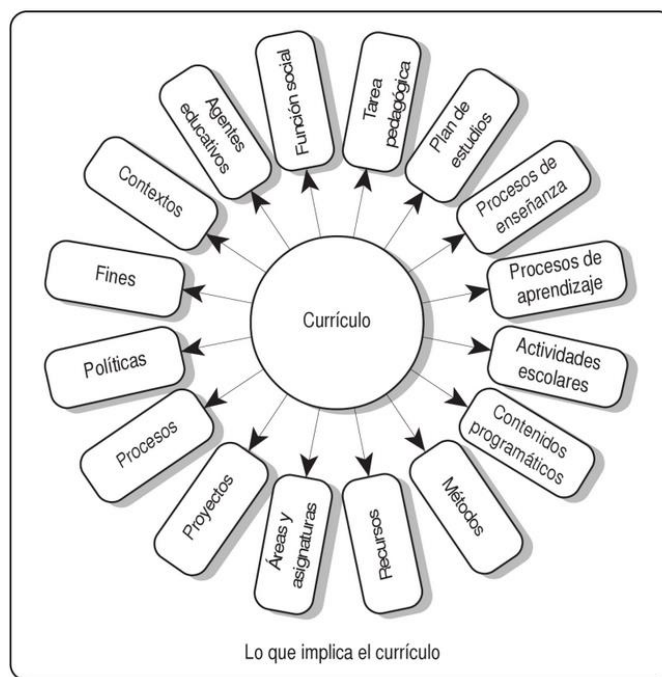
Para U. P. Lundgren (1992):

El currículum es: a) Una selección de contenidos y fines para la reproducción social, una selección de qué conocimientos y qué destrezas han de ser transmitidos por la educación; b) Una organización del conocimiento y las destrezas; c) Una indicación de métodos relativos a cómo han de enseñarse los contenidos seleccionados. Por lo tanto, el currículum es el conjunto de principios sobre cómo debe seleccionarse, organizarse y transmitirse el conocimiento y las destrezas en la institución escolar (pp. 18-23).

Con todas las definiciones anteriores se logra apreciar que existen diferentes tendencias curriculares, distintos enfoques y paradigmas. No existe una definición estática del currículo, lo que indica que todavía existe una problemática curricular, investigación en procesos curriculares y está clara la perspectiva curricular. Sin embargo, se puede hacer una síntesis de las posturas curriculares y las definiciones que hay en torno al *curriculum*. Ianfrancesco (2003) y Gimeno Sacristán (1991) consideran al *curriculum* como una reflexión sobre la práctica educativa y pedagógica (Figura 2).

Figura 2

Lo que implica el currículo



Nota. Ianfrancesco (2003).

Como se puede observar, el término de currículo ha evolucionado constantemente con el paso de los años, a partir de definiciones reduccionistas que lo identifican como planes y programas de estudio. La finalidad es la organización escolarizada de los contenidos planificados que deben desarrollarse en las distintas etapas de escolaridad, con énfasis en contenidos, objetivos, recursos o evaluación en función de los distintos enfoques curriculares hacia propuestas con énfasis en las experiencias de aprendizaje, como el elemento relevante del cambio, pero que en su esencia continúan manteniendo la intencionalidad de la regulación mediante planes y programas. (Toro, 2019).

Toro (2019), comprende que frente a los cambiantes e inciertos escenarios actuales en los que la educación se desarrolla y para que esta responda a las exigencias, necesidades y características de la sociedad contemporánea, ella ve trascendente proponer una conceptualización del currículo bajo las siguientes consideraciones, entre ellas las más relevantes:

- El currículo no debe ser un documento regulador de lo que se requiere enseñar, por cuanto frente a los escenarios en los que se desenvuelve la educación y las

situaciones cambiantes de los entornos del educando, no podría cubrir todas las demandas de los diversos contextos, por ello debe ser considerado como una propuesta educativa que puede ser construida y modificada desde las necesidades y requerimientos socioculturales de nivel local, nacional e internacional, entendiéndole a la flexibilidad curricular como una oportunidad de integrar la diversidad.

- Debe considerar la relación práctica-teoría, es decir, debe partir de la realidad para contrastarla con la teoría, sin que ello implique que su relevancia radique en dicha relación, sino que sus resultados sean llevados a la praxis, es decir, que efectivamente le desarrolle capacidades que le posibiliten generar el cambio y la transformación social.
- El currículo debe pretender el desarrollo de los procesos de la psicología cognitiva para la comprensión y creación de la ciencia, en lugar de su repetición y memorización desde enfoques integradores de organización curricular como son la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, propiciando la ecología de saberes, la democracia cognitiva y la innovación.
- Debe considerar los aportes de la teoría conectivista para la era digital y entender que el aprendizaje se produce en tornos virtuales mediante conexiones que posibilitan aprender más en relación con el estado actual del conocimiento.
- Debe considerar también los principios del enfoque sistémico y de la complejidad, comprendiendo que la realidad es un sistema, en la que todos sus elementos se integran e interrelacionan mediante procesos que generan la interdependencia de sus componentes, esto implica la concepción de la realidad desde la multicausalidad y multidimensionalidad, para entenderla como una compleja red de relaciones e interacciones (pp. 476-477).

Con todos los aspectos que deben considerar el currículo frente a las exigencias de la educación del siglo XXI, Toro (2019) propuso el siguiente concepto, con el fin de actualizarlo lo máximo posible, sin pretender reducirlo a una definición, por lo que el currículo es:

Una propuesta educativa en constante proceso de construcción y contextualización, que mediante la interacción práctica-teoría-praxis se enlace a la sociedad y la

educación, potenciando el involucramiento de sus actores en la problemática socioeducativa, como generadora del aprendizaje, en la formación del ciudadano crítico-reflexivo en una cultura democrática (p. 478).

Acepciones o tipos de currículo

Para quienes no estén familiarizados con la temática curricular puede resultar interesante conocer algunas de las acepciones que suelen darse en la literatura especializada a ciertos tipos de currículo o de dimensiones de este. De este modo, ayudará a entender mejor el objetivo de esta investigación en función de su utilidad específica en relación con el currículo formativo de la universidad y tiene en cuenta que el currículo persigue un fin, el cual es la formación y el desarrollo del ser humano social e intelectual, enmarcado con los elementos de la cultura, la identidad, la participación y la transformación (Zabalza, 2003).

Currículo formal y currículo real. Las universidades desarrollan los programas de formación que están regulados por las leyes educativas generales y por disposiciones propias de cada universidad. Por lo tanto, el currículo formal se refiere al conjunto de documentos o disposiciones en los que se recogen las propuestas oficiales de trabajo formativo por desarrollar, tanto las generadas desde los gobiernos como las elaboradas por cada institución y las de las personas docentes. Este puede corresponderse o no con el currículo real de una institución, ya que, una cosa es lo que se debe hacer o se desea llevar a cabo o se ha prometido hacer (en documento oficial) y otra cosa diferente lo que se hace, es decir, las actividades curriculares llevadas a cabo (López, Losada, Maqueira y Contreras, 2014).

Currículo ofrecido y currículo asimilado. El currículo ofrecido se refiere a lo que las personas estudiantes han aprendido a través de lo que se les ofrece, es decir, lo que un grupo de alumnos como sujetos han aprendido de acuerdo con una acción y tiene como punto de partida las necesidades educativas y características particulares. Por otro lado, el currículo asimilado se refiere a lo que cada estudiante logra asimilar, es decir, lo que un estudiante es capaz por si solo de asimilar y progresar de acuerdo con un plan, es un currículo que se construye por las personas docentes, que personaliza y evalúa el progreso o retroceso para mejorar la práctica educativa; ambos currículos privilegian la acción frente al componente plan del currículo oficial (López *et al.*, 2014).

Currículo informal o complementario. Se refiere a las actividades que no forman parte del

programa académico formal, pero forman un importante papel en la formación de sujetos a los que se les ofrecen estas oportunidades de desarrollo personal y de adquisición de nuevas competencias, estas actividades las desarrollan las instituciones formativas y tienen que ver con los deportes, actividades artísticas, grupos de música o teatro, complementos en lenguas extranjeras, en nuevas tecnologías, trabajos prácticos, programas de visitas e intercambios, entre otros. Es uno de los mecanismos para enriquecer el currículo formativo y con frecuencia deja huella importante en la historia de la vida de las personas estudiantes que se implican en ellas (Zabalza, 2003).

Currículo nulo. En la actualidad, tanto el Gobierno como las propias universidades tienen la posibilidad de seleccionar ciertos contenidos formativos o de priorizar ciertos ámbitos culturales en detrimento de otros. Sin embargo, también resulta importante considerar no solo lo que se presenta, sino también lo que no se presenta. Estas ausencias en el currículo suelen denominarse *currículo nulo*. Forman parte todos aquellos contenidos formativos que están presentes o podrían estarlo en otras instituciones y en estudios similares de otros países, pero que no se incluyen por falta de espacio, por razones estratégicas o curriculares de diverso tipo (falta de recursos, de personal preparado, de tradición, de interés institucional) o porque se ha optado por otras alternativas más convenientes (Hernández y Dolores, 2007).

Por otro lado, Alsina (2000, citado en Goñi *et al.*, 2000) señala que diversos autores coinciden en diferenciar cuatro tipos de currículo, los cuales son los siguientes:

- Currículo oficial: Es el conjunto de documentos que oficializan las autoridades educativas o asociaciones de un lugar y que fijan o proponen los programas de las asignaturas, contenidos mínimos, objetivos que deben superarse, entre otros.
- Currículo potencial: Está determinado en publicaciones docentes, libros de textos, materiales, entre otros, es enormemente respetuoso con el currículo oficial y lo desarrolla desde un punto de vista teorico-práctico.
- Currículo impartido: Es el que efectivamente el profesorado desarrolla en la clase a lo largo del curso.
- Currículo aprendido: Es el que efectivamente queda adquirido por el alumnado y todavía se podría diferenciar aquí el factor temporal de retención u olvido de lo aprendido.

De forma similar, Sanz *et al.* (2003) destacan que en la literatura se relaciona con otros cuatro distintos tipos de currículo. A continuación, se detallan los tipos de currículo:

- **Currículo pensado:** Se identifica el momento de elaboración teórica, de reflexión acerca de cómo debe ser la formación del estudiante con este término. Es decir, se relaciona con el plano estructural-formal, el cual se concreta en los principales documentos del diseño curricular (perfil profesional, plan de estudio y programa docente).
- **Currículo vivido:** Al no ser solo un proyecto, sino también un proceso de realización práctica, es decir, de ejecución de lo planificado, se identifica a ese momento que se produce cotidianamente en la práctica de la enseñanza y que determina la formación del estudiante.
- **Currículo oculto:** Se le denomina así a la práctica educativa donde se expresan influencias que actúan, de forma explícita, involucrando también diversas mediciones (formas de comportamiento, juicios de valor, ideas, proyectos, concepciones del mundo y sentimientos) que influyen también en la formación del estudiante. Sin embargo, no todas las acepciones del currículo oculto que existen en la literatura lo definen de la misma manera, en ellas se refieren al currículo no estudiado, el currículo encubierto o latente, los resultados no académicos de la escolaridad, lo producido por la escuela, los residuos de la escolaridad y lo que la escolaridad hace a la gente.
- **Currículo nulo:** Este concepto no varía mucho de la percepción de los autores mencionados, de igual manera, hace referencia para identificar a todo lo que la escuela no enseña y que por encontrarse ausente, influye en la formación del estudiante.

Dimensiones, niveles y documentos curriculares

El currículo tiene dos dimensiones, una estática y otra dinámica, cada una tiene niveles, en total son tres. La dimensión estática tiene dos niveles, el nivel macrocurrículo es el nivel más alto y mesocurrículo es el nivel del medio, mientras que la dimensión dinámica tiene un nivel curricular, nivel microcurrículo, este es el nivel más bajo. Todos los niveles tienen en cierta medida las dos dimensiones porque están interrelacionados, es decir, son un sistema, no se pueden separar

en la práctica, solo se separan en teoría a partir de una abstracción teórica. Cada nivel se expresa y materializa en documentos, es decir, documentos curriculares (Ortiz, 2014).

Según Ortiz (2014) existen varios documentos curriculares, estructurados de la siguiente manera:

- **Macrocurrículo:** En este nivel se expresan y materializan documentos como el plan de estudio, proyecto educativo institucional (PEI), modelo pedagógico, manual de convivencias o reglamento estudiantil.
- **Mesocurrículo:** Constituye el diseño del programa de área o asignatura de un determinado plan de estudios, cuya estructura incluye el conjunto de competencias, preguntas problematizadoras, logros u objetivos, contenidos y metodologías para el desarrollo de una determinada área del conocimiento.
- **Microcurrículo:** En este nivel se encuentran y utilizan los planes de clase o aula, proyectos de aula.

Importancia de los cambios curriculares

Un tema reiterado es la urgente necesidad de que se den importantes cambios en la educación superior. Mora y Herrera (1998) hacen énfasis en que en la Universidad moderna: “No puedes continuar preparando para vivir en una sociedad que ya está superada” (p. 5), por lo que se deben llevar a cabo cambios en las estructuras institucionales, su dirección y en los contenidos de la enseñanza. En el foro *Desafíos educativos de la sociedad actual* de la Universidad de Costa Rica 1995, las autoridades académicas participantes indicaron que es urgente cambiar las instituciones de educación superior en Costa Rica y que así se puedan insertar con éxito en los procesos de transformación que vive el mundo. Los cambios para llevar a cabo incluyen actualizar los perfiles profesionales de las carreras y buscar la excelencia académica.

Asimismo, Roldán (2011) agrega que los cambios curriculares son necesarios porque al avanzar el desarrollo científico y tecnológico los planes de estudio, al igual que otros documentos curriculares, se desactualizan y pueden no responder a las necesidades que genera el cambio sociocultural y quedan fuera de la realidad de acuerdo con las necesidades que la sociedad requiere satisfacer. Al estar inmersos dentro de un mundo en constante cambio, factores de dinamismo

económico y los procesos sociales obligan a llevar a cabo ajustes en los planes y en los programas de formación profesionales. Estos ajustes permiten enfrentar y proponer lo que la sociedad favorecida requiere, pero que se caractericen por ser dinámicos y que respondan a las necesidades sociales e individuales.

Los cambios que se proponen para satisfacer las necesidades de una sociedad requieren de un profesional en un campo específico. Por esto, se verifica que el plan ejecutado sea el ideal de acuerdo con las demandas de un grupo específico de la sociedad, si los contenidos de los cursos son apropiados al perfil profesional, que el nivel de exigencia corresponda con el tipo de profesional, que la formación integral que se imparte sea la que la sociedad requiere, que la formación en valores y en ejes transversales cumpla con las exigencias morales y éticas de la sociedad a la que ese profesional servirá (Roldán, 2011).

Es decir, cada cierto tiempo las instituciones de formación de profesionales en general y en este caso, los de salud (médicos, farmacéuticos, etc.) deben sacar la tarea de efectuar cambios curriculares de mayor o menor envergadura, lo que da lugar a *un nuevo plan de estudios*. Vicedo (2014), a modo de propuesta, considera los siguientes factores generales que impulsan esos cambios curriculares que se producen periódicamente en el ámbito salud:

1. Modificaciones del cuadro de salud: Diversos elementos como nuevas circunstancias epidemiológicas, demográficas u organizacionales imponen demandas sobre el proceso de formación, por ejemplo, la aparición de enfermedades emergentes, reemergentes, el envejecimiento poblacional, los programas de prevención y promoción, entre otras.
2. Opiniones de autoridades: Académicas, políticas o de otra índole, suelen alcanzar a falta de otros fundamentos más sólidos, un papel muy destacado en el momento de tomar decisiones en relación con el currículo, tanto en su aspecto del proyecto como de resultado. Este proceder convierte el proceso de perfeccionamiento curricular en un acto de fe que hace confiar en la capacidad de las autoridades correspondientes para enrumbar adecuadamente los cambios curriculares.
3. Experiencias foráneas: En toda actividad educativa es de gran relevancia el conocimiento de diversas direcciones y experiencias desarrolladas en otros contextos. Incorporar

nuevos enfoques debe ser de mucho cuidado, ya que se desconoce si contribuirán con resolver problemas y requieren una visión proyectiva acerca de cómo funcionarán.

4. Modas: No se refiere al simple hecho de que *de eso es lo que se habla actualmente en todas partes*, sino por la efectividad probada en la práctica, como los enfoques, aprendizaje basado en problemas, la formación por competencias o la transdisciplinariedad, por lo que se proponen o llegan a implementarse esos cambios.
5. Factores extracadémicos: Muchas veces responden a razones de índole económica o social, por ejemplo, vías de ingreso a los estudios, los mecanismos de selección, la cantidad de estudiantes admitidos por cursos, los recursos materiales disponibles y otros, es ahí donde el currículo debe sufrir ajustes que permitan conseguir los objetivos terminales en las nuevas circunstancias.
6. Investigación educacional: La investigación educacional en su modalidad de evaluación curricular, a pesar de considerarse importante para encauzar los cambios curriculares, es poco utilizada debido a la falta de tradición y cultura en la aplicación de estos mecanismos y su costo elevado y cierto grado de escepticismo sobre la utilidad de sus resultados.

Según los factores mencionados, la evaluación curricular como fuente y control de cambios debe ganar cada vez mayor relevancia entre los factores que condicionan los cambios curriculares. En cualquiera de todos los casos, sería conveniente cuando se somete a un procedimiento de cambio o perfeccionamiento curricular, tener al menos una aproximación de cuáles son los factores que conducen a una modificación determinada, además el conocer su origen puede contribuir con explicar e incluso identificar las posibles consecuencias, de esta forma, se podría obtener resultados muy satisfactorios (Vicedo, 2014).

Planificación curricular de un plan de estudios

La planificación curricular, ya sea para crearlo desde cero o realizarle un cambio, se relaciona con el plan de estudios con los objetivos de la institución educativa y con las necesidades del desarrollo económico, social y cultural del país. El plan de estudio permite presentar la oferta de estudios (perfil y plan de formación) y, al docente guiar/estructurar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, en el diseño del plan de estudios se distinguen cuatro etapas, a saber, el perfil académico profesional, plan de formación (organización, estructura y descripción de los

cursos del plan de estudios), la administración-ejecución del plan de estudios y la evaluación curricular del plan. La presente investigación se centrará en las dos primeras fases (Mora *et al.*, 1998).

Las personas encargadas de planificar el currículo de una carrera universitaria se fijan metas y objetivos educativos que respondan a las necesidades de la institución, de la sociedad y del estudiante. Las metas curriculares deben alcanzar como resultado de las experiencias educativas, estas metas se deben plasmar en el perfil académico profesional de un plan de estudios, el cual debe estar apoyado en referentes que avalen la pertinencia social de las competencias que se pretenden que logren los egresados de una titulación, especialmente su utilidad, contribución a la mejora y el desarrollo social en un entorno local, regional y nacional (De Miguel, 2004).

Etapas de diseño del plan de estudios

Perfil académico profesional, definición. El perfil académico profesional (PAP) es el conjunto de conocimientos, actitudes, valores, destrezas psicomotoras e intelectuales y emocionales que debe poseer el futuro profesional para que satisfaga con éxito a las necesidades y deseos personales y sociales. El PAP contiene los elementos que permiten al profesional desempeñarse con éxito. Su diseño puede obedecer a dos necesidades, a saber, constituirse en el fundamento de una nueva carrera o en la base teórico-práctica para la modificación de una existente. La propuesta para una modificación ya sea parcial o total de los objetivos, contenidos, metodología, sistema de evaluación o estructura curricular del plan de estudio, obliga a una revisión del PAP (Tecnológico de Costa Rica, 2000).

Para Mora *et al.* (1998) el perfil académico profesional se concibe como.

La caracterización académica y personal y laboral del tipo de profesional que desea formar una institución educativa, para que responda a las necesidades, intereses y expectativas (sociales, políticas, culturales, científicas, tecnológicas y laborales) tanto del profesional como de la sociedad (p. 13).

Por otro lado, Sanz *et al.* (2003) han profundizado en el campo curricular llegando a formulaciones diversas sobre el perfil profesional con énfasis en diferentes aspectos como las características personales que debe poseer ese profesional de manera particular, es decir, sus rasgos de personalidad, las habilidades y destrezas que deben caracterizar su quehacer, los conocimientos,

habilidades y actitudes requeridas para el ejercicio profesional. Por último, abordan las acciones generales y específicas que desarrolla un profesional en los campos de acción para solucionar las necesidades sociales identificadas.

El PAP constituye tanto un proceso de diagnóstico como de pronóstico de la carrera universitaria en perspectiva. Para la elaboración de un perfil se debe partir de la premisa de que exista una necesidad o factibilidad de la institución educativa y de la sociedad para crear, adecuar o readecuar una determinada carrera universitaria. Por esta razón es que se recurre al diagnóstico como el medio más propicio de acercamiento con la realidad socioeducativa. Con base en el diagnóstico se pronostica el tipo de profesional que pretende formar la institución educativa, enmarcando dentro de una concepción curricular en relación con los conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes que debe crear en el estudiante para desempeñarse profesionalmente (Mora *et al.*, 1998).

Criterios para la elaboración de un PAP. Para llevar a cabo el diseño del PAP es necesario que este sea participativo, es decir, involucrar a todos los actores. Por ejemplo, si el diseño procede de una escuela existente, es a las personas estudiantes a las que deben consultar cuando se trate de una modificación, ya que ellos serán los usuarios de la oferta. Sin embargo, cuando se tratara de un plan nuevo y, por ende, no tiene el soporte administrativo de una escuela o departamento, se debe tomar en cuenta el juicio de expertos, además debe indicar cuál(es) escuelas se adscribirá la carrera. Asimismo, debe tomar en cuenta los conceptos y principios que se plantearon en la justificación o el marco de referencia por ser parte del fundamento teórico del perfil (TEC, 2000).

Por otro lado, es importante tomar en cuenta las necesidades y características del sector y el impacto del futuro profesional, ya que es frecuente que un buen egresado vea disminuidas sus posibilidades de desarrollo por problemas del entorno, por problemas administrativos, por culturas laborales rígidas, por limitaciones en los procesos y equipos tecnológicos inapropiados. Además, se deben analizar los roles que podría desempeñar los profesionales con sus tareas y conocimientos, actitudes, valores, destrezas para ser eficientes, lo que hacen actualmente y lo que podrían hacer en el futuro (Perfil real), así como lo que necesitaría un egresado de la carrera para desempeñarse con éxito (Perfil ideal) (TEC, 2000).

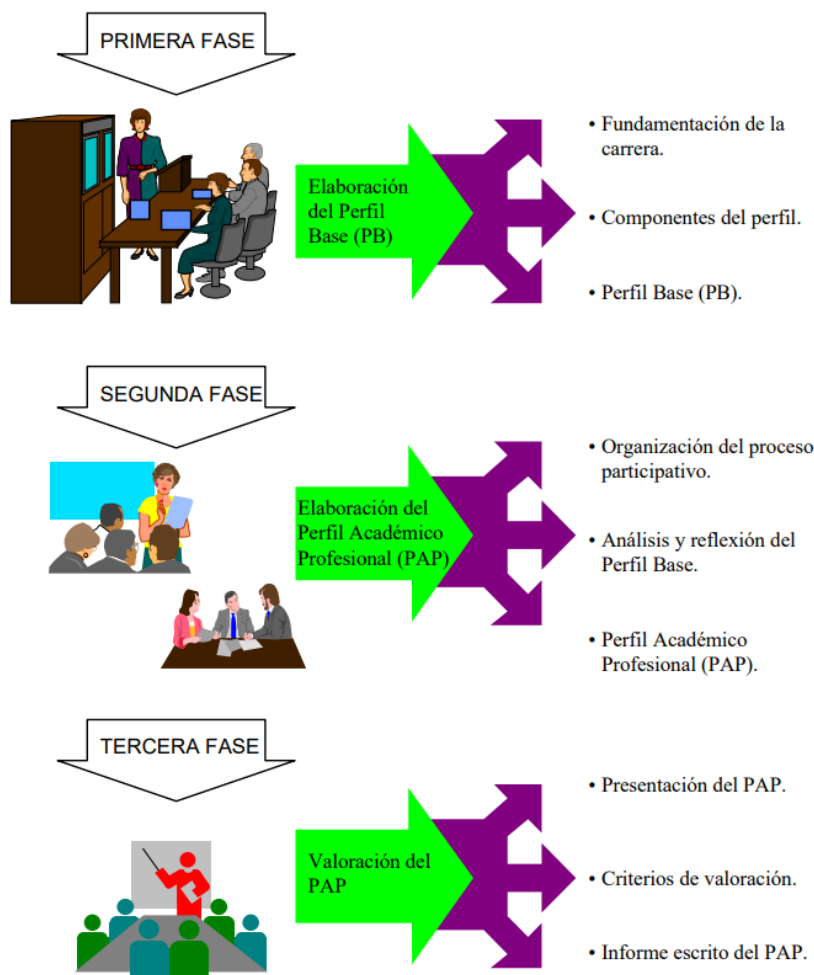
Fases para elaborar el perfil académico profesional. Mora *et al.* (1998) proponen en su guía el procedimiento metodológico para elaborar perfiles académicos profesionales, la cual consta

de tres fases:

1. Elaboración del perfil base (PB): En esta primera fase, se inicia el proceso con la unidad académica, es decir, una comisión nombrada por las autoridades académicas de la carrera es la encargada de elaborarlo. Este constituye un planteamiento teórico del ser de la carrera, se centra en la fundamentación y en los aspectos académicos-personales de la formación del profesional, así como en las responsabilidades laborales que puede asumir el profesional, una vez graduado o egresado.
2. Elaboración del perfil académico profesional (PAP): En esta segunda fase, el PB se analiza y replantea con una visión más prospectiva de la carrera, se profundiza en esos aspectos mediante el análisis grupal con la participación de representantes de diversos sectores de la universidad y de la sociedad, es en este punto en el que se concluye el PAP.
3. Valoración del perfil académico profesional (PAP): En esta tercera y última fase es donde se valida el PAP. Este se presenta a los involucrados en el proceso y a todos los interesados, además es en este punto en el que se obtienen sugerencias finales y se valora el proceso de elaboración del PAP como el producto obtenido y se concluye con el informe final.

Figura 3

Fases para elaborar el perfil académico profesional



Nota. Mora et al. (1998).

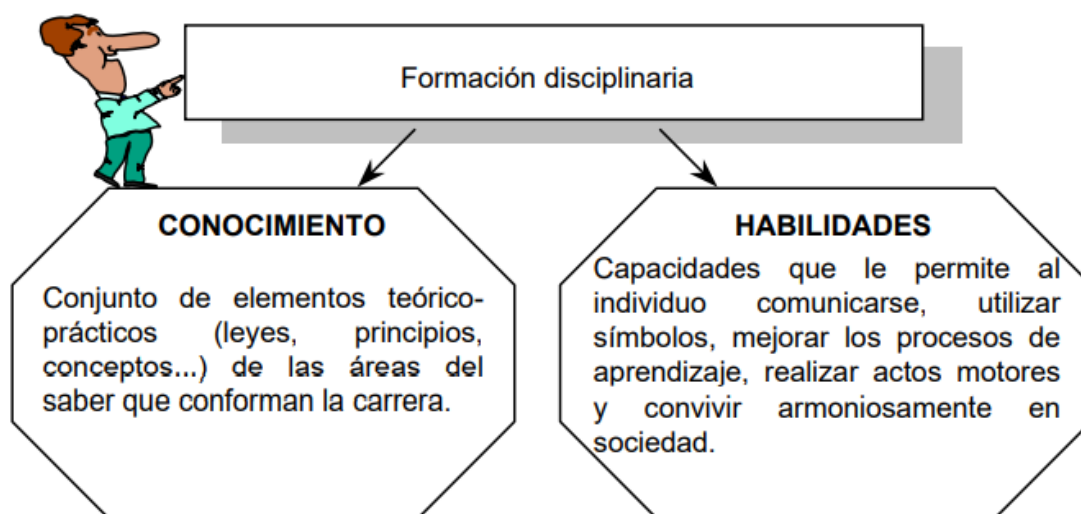
Áreas del perfil académico profesional. A continuación, se definen las áreas del perfil académico profesional.

Área académica. En esta área se consideran los contenidos y experiencias científicas, técnicas e instrumentales que le permitan al profesional enfrentarse al mundo del trabajo y competir en el mercado laboral. En ella se consignan los conocimientos, ya sea teorico-prácticos en áreas como la tecnología de punta en disciplina, informática y telemática, psicología para el trabajo y de la personalidad, administración de empresas, sociología empresarial, expresión oral y escrita, idiomas extranjeros, entre otros, así como destrezas intelectuales y las habilidades

(capacidad para trabajar en equipo para supervisar, capacitar, brindar informes, entre otros) que debe adquirir un profesional durante la carrera para, comunicarse y desarrollarse en la sociedad (Calvo, 2003).

Figura 4

Concepto de conocimiento y habilidades



Nota. Mora et al. (1998).

Área personal. En esta área se consideran los valores y las actitudes, ambas están relacionadas. Los valores que posee una persona determinan sus actitudes, estos los inculcan la familia, la comunidad y la educación sistemática a través de toda la vida del individuo. Los valores y actitudes como actitud investigativa, ética, creatividad, superación personal, crítica y autocrítica, tolerancia, respeto al pensamiento divergente, lealtad, valor al trabajo, liderazgo, estabilidad emocional, entre otras, los dictan tanto la sociedad como la institución para un adecuado balance del desarrollo académico, personal y laboral para desempeñarse profesionalmente (Calvo, 2003).

Figura 5

Concepto de valores y actitudes

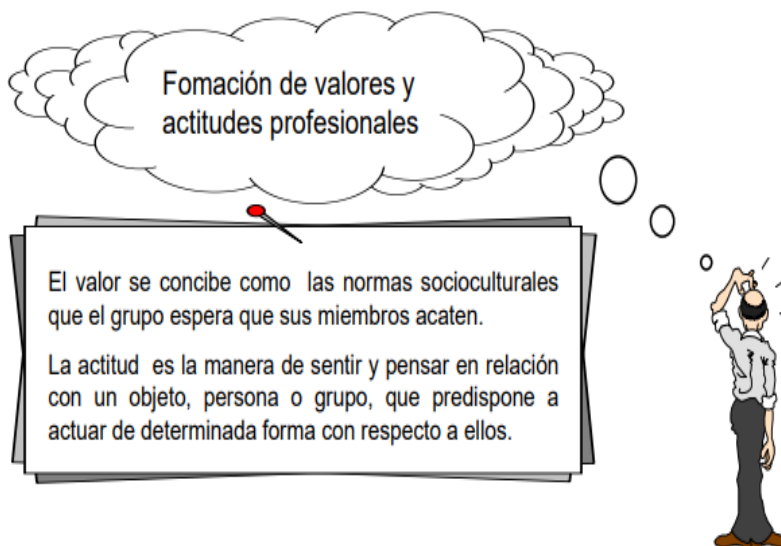
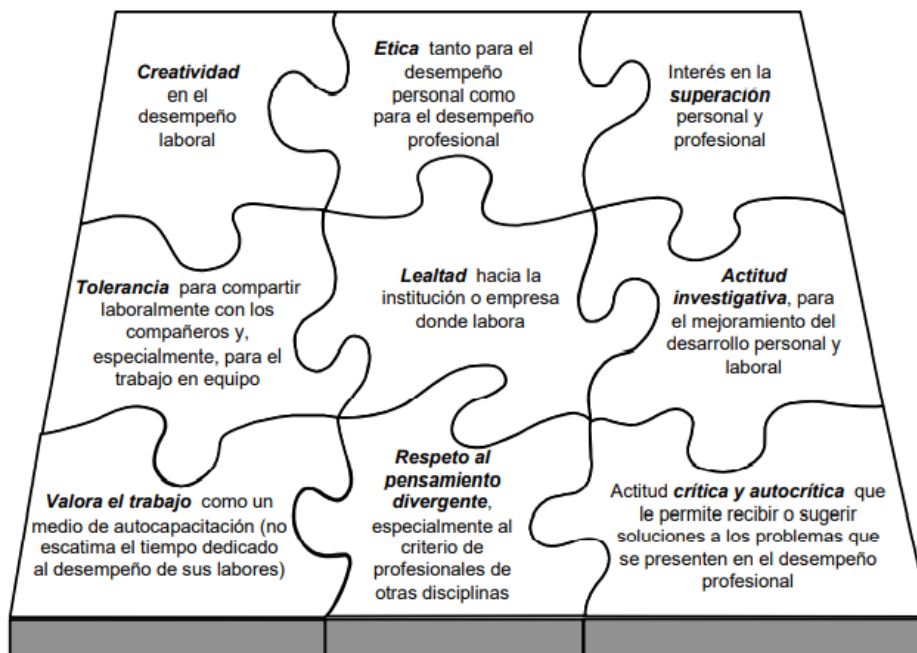


Figura 6

Valores y actitudes básicas para la formación superior



Nota. Mora et al. (1998).

Área laboral. En esta área se incluyen dos tipos de responsabilidades, a saber, de gestión y

profesionales. Se entiende por responsabilidades las competencias personales que limitan el ámbito laboral como planteamiento y control estratégico, toma de decisiones, responsabilidades de gestión como profesionales, entre otros. El área laboral puede ser el punto de partida para definir los aspectos del área académica y personal o, puede ser el referente que señala en qué se puede desempeñar un profesional, de cualquier forma, debe existir coherencia interna entre las tres áreas (Calvo, 2003).

Figura 7

Concepto y tipos de responsabilidades



Nota. Mora et al. (1998).

El plan de formación. Esta segunda fase corresponde a la forma en que la carrera se organiza y estructura los contenidos curriculares en los cursos que conforman el plan de estudio. Este proceso incluye la determinación de la estructura académicoadministrativa (ciclos lectivos, créditos y otros aspectos), la elaboración de propuestas programáticas de cada uno de los cursos que componen el plan de estudio con la descripción general del curso (porqué y para qué del curso), los objetivos que orientan el proceso de enseñanza y aprendizaje, además de las grandes temáticas del curso. Estas propuestas deben considerarse como guías de trabajo flexibles que permitirán ajustar el proceso de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con los cambios en la sociedad, entre

otros (Calvo, 2003).

La administración curricular. También conocida como la organización y estructuración curricular, en esta fase se distinguen dos componentes relacionados estrechamente, los cuales son la organización administrativa y las orientaciones para la ejecución del plan de estudios. En la administración del currículo se debe tener claridad en cuanto a lo que se pretende con el plan de estudios de una carrera, es decir, que lo que se hace sea coherente con lo que se desea. Los centros educativos distinguen seis componentes que interactúan, entre ellos están los objetivos, recursos, estructura, tecnología, cultura y entorno. Estos componentes se deben tomar en cuenta para la evaluación de la situación educativa (Aguilar y Vargas, 2011).

La evaluación curricular. Esta cuarta fase comprende los mecanismos que permiten determinar no solo en qué medida se han alcanzado los objetivos propuestos en el plan de formación, sino también otros aspectos del diseño del plan de estudios que requieran ajustarse para su logro. La principal función de la evaluación es retroalimentar el proceso de planificación curricular. Esta evaluación puede orientarse en dos direcciones; la interna, se refiere al logro académico de los objetivos del plan de estudios y al análisis interno de la estructura curricular, así como la externa, lo que hace referencia al impacto social que pueda tener el egresado, es decir, su capacidad para solucionar problemas y cubrir las necesidades que le demande el ámbito social (Aguilar *et al.*, 2011).

Perfil farmacéutico actual

Perfil del egresado

La existencia de un tipo de profesional se debe a una necesidad social que surge por la manifestación en una parte de la sociedad de un conjunto de problemas, generales y frecuentes, que tienen que ser resueltos, lo que constituye un compromiso social. El perfil del egreso se construye en el conjunto de valores, rasgos, actitudes y capacidad que se aspira a formar en el futuro profesional a través del proceso docente educativo que caracteriza la universidad por encargo de la sociedad. La forma en la que materializa la planificación y organización de este proceso docente educativo es mediante el plan de estudios y los programas académicos (Martínez, 2015, p. 217).

La Organización Panamericana de la Salud (2017) propuso para el perfil farmacéutico lo siguiente, valores (derecho al mayor nivel de salud posible, equidad y solidaridad), principios (respuesta a las necesidades de salud de la población, servicios orientados hacia la calidad, responsabilidad y rendición de cuentas de los gobiernos, participación, sustentabilidad y transdisciplinariedad), competencias (proveedor de cuidado, tomador de decisiones, comunicador, líder, gerente, aprendiz permanente, educador, investigador y ético). Además, debe tener áreas de conocimiento que contribuyan con el logro de las competencias específicas (ciencias básicas, ciencias farmacéuticas, ciencias biomédicas, Ciencias Sociales y administrativas, actividades de integración y práctica preprofesional).

Figura 8

Áreas de conocimiento necesarias

| | |
|--|---|
| Ciencias Básicas | <ul style="list-style-type: none"> • Química <ul style="list-style-type: none"> • General • Inorgánica • Analítica • Orgánica • Fisicoquímica • Farmacoquímica • Bioquímica • Biología • Física • Matemáticas • Metodología de investigación |
| Ciencias Farmacéuticas | <ul style="list-style-type: none"> • Cátedras abiertas (tópicos farmacéuticos, introducción al ejercicio profesional) • Farmacología • Farmacoquímica (diseño, síntesis, y relación estructura y actividad) • Farmacocinética • Biofarmacia • Tecnología farmacéutica (incluye operaciones unitarias, producción magistral, oficial e industrial y desarrollo galénico (formulaciones galénicas) • Toxicología • Aseguramiento de la calidad • Fitoterapia farmacobotánica/farmacognosia |
| Ciencias Biomédicas | <ul style="list-style-type: none"> • Bioestadística • Anatomía • Fisiología • Parasitología (teórica) • Farmacoterapéutica • Farmacocinética • Fisiopatología: Incluye interpretación de exámenes de laboratorio • Semiología (Incluye exámenes físicos) • Inmunología • Nutrición: Importancia relación con medicamentos |
| Ciencias Sociales, de la Conducta y Administrativas | <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de educación • Ciencias administrativas incluye mercadeo, economía • Farmacoeconomía • Relaciones humanas • Ciencias de la comunicación • Análisis y evaluación de literatura biomédica • Salud pública • Farmacoepidemiología • Gestión farmacéutica (incluye suministro) • Legislación • Deodontología farmacéutica (ética) |
| Asignaturas de Integración | |
| Prácticas Pre-Profesionales | |

Nota. OPS (2018).

Es necesario determinar si la carrera cumple con el perfil de egreso mínimo, es decir, debe cumplir con competencias y habilidades mínimas a las que debe conducir la carrera y que el estudiante debe dominar a su graduación. El perfil de egreso considera las competencias específicas en áreas asistenciales, de gestión, de educación para la salud y de investigación; competencias generales propias de la formación integral necesaria para su desempeño profesional. La OPS (2017) define perfil farmacéutico: “Profesional de la salud experto en medicamentos, comprometido socialmente en la promoción, la protección, el mantenimiento y la mejora de la salud y la calidad de vida de la población; con competencias científicas, técnicas, tecnológicas y humanísticas” (p. 40).

El egresado de la Licenciatura en Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas es un profesional en el área de salud, especialista en medicamentos y productos de interés sanitario; con sentido humanitario, ético y científico que brinda a los usuarios una atención farmacéutica integral, es un profesional líder, comunicador, educador, administrador y promotor en todo lo concerniente al uso adecuado de productos farmacéuticos. Además, cuenta con capacidad para el trabajo en contextos interdisciplinarios, tanto nacionales como internacionales, a los que integra su conocimiento por medio de la investigación, desarrollo y la producción de bienes y servicios requeridos para las áreas de la industria farmacéutica, Farmacia Clínica e investigación (Universidad Internacional de las Américas [UIA], 2021).

Áreas de desempeño

Industria farmacéutica. La industria farmacéutica o también conocida como industria de medicamentos está conformada por grandes organizaciones gubernamentales o particulares que dedican inmensos esfuerzos para estudiar, descubrir, desarrollar y hacer llegar hasta los consumidores medicamentos para la salud humana y animal, su soporte es la investigación y desarrollo (I+D) de medicamentos para prevenir o tratar las diversas patologías y alteraciones de la salud. El continuo avance de la ciencia ha permitido descubrimientos científicos y tecnológicos que han incrementado las intervenciones y desarrollo de medicamentos innovadores dotados de mejor actividad terapéutica y menos efectos secundarios (Márquez y Marveya, 2019).

Muchas compañías farmacéuticas fabrican productos de venta bajo receta médica, productos de venta libre, productos veterinarios, así como productos químicos para el agro. Estas

desempeñan tareas de I+D, con el fin de introducir nuevos tratamientos o mejorar los existentes con la ayuda de muchos profesionales universitarios como biólogos, bioquímicos, químicos, ingenieros, microbiólogos, farmacéuticos, farmacólogos, médicos, físicos y veterinarios, así como diplomados en enfermería. Estos profesionales y en especial los farmacéuticos trabajan en I+D, producción, control de calidad, visita o representación médica, gerencia, registros sanitarios, solicitud de patentes, mercadeo y venta. (Márquez *et al.*, 2019, p. 64).

Figura 9

Función de ejercicio profesional del farmacéutico en el área industrial

| | |
|------------------|--|
| INDUSTRIA | Realizar investigación, adaptación o transferencia de tecnologías, así como de desarrollo de nuevas formulaciones. Participar en el registro y la producción de medicamentos, nutraceuticos o suplementos alimenticios, dispositivos médicos y cosméticos; realizar el control y el sistema de aseguramiento de calidad de todos estos productos, así como participar en la gestión de almacenes y sistemas de distribución de los mismos. Realizar la promoción y comercialización de distintos productos farmacéuticos y cosméticos. |
|------------------|--|

Nota. OPS (2017).

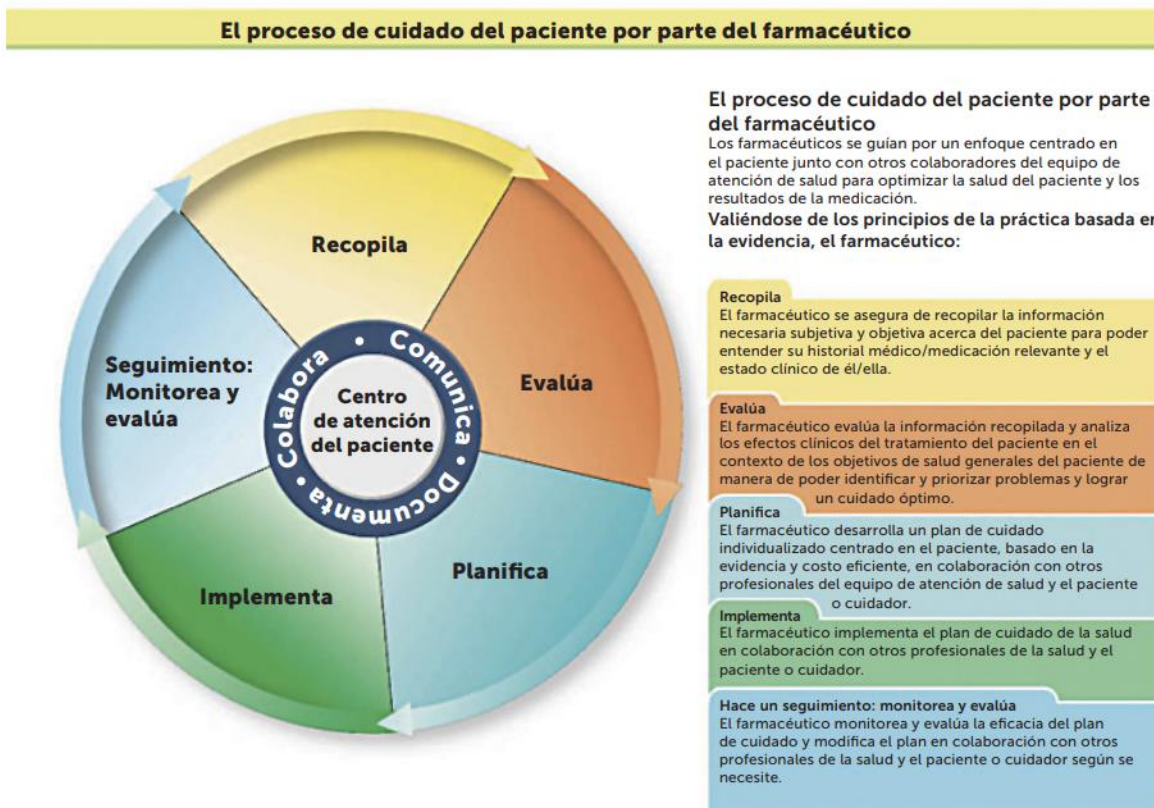
Farmacia Clínica. La Farmacia Clínica es una disciplina de las ciencias de la salud donde los farmacéuticos proporcionan atención al paciente, optimizan la terapia farmacológica y promueven la salud, el bienestar y la prevención de enfermedades. La práctica de la Farmacia Clínica abarca la filosofía de la atención farmacéutica, esta combina una orientación solidaria con conocimiento terapéutico especializado, experiencia y juicio, con el fin de garantizar resultados óptimos para el paciente. Los farmacéuticos clínicos (QF) son especialistas en optimizar el uso de medicamentos, lo que hace énfasis en la dosificación, monitorización, la identificación de los efectos adversos y la eficiencia económica (Jacobi, 2016).

Los farmacéuticos clínicos son los profesionales especializados en el cuidado directo del paciente, evalúan exhaustivamente las necesidades relacionadas con la medicación y, frecuentemente, con manejar complejos y especializados regímenes. Ellos pueden ejercer en forma más independiente en otras áreas, definidas especialmente por ciertos privilegios organizacionales. Los que han logrado una certificación adecuada pueden obtener algunos privilegios hospitalarios igual que las personas profesionales en Medicina y profesionales especialistas. Además, deben

mantener su licencia válida, pero tienen requisitos adicionales para el mantenimiento de la certificación (Jacobi, 2016).

Figura 10

El proceso de cuidado farmacéutico



Nota. Jacobi(2016).

Badilla *et al.* (2018) mencionan que en una encuesta nacional diagnóstica para determinar el estado de las Buenas Prácticas en Farmacia en Costa Rica, realizada por el Colegio de Farmacéuticos en Costa Rica en los meses de mayo y junio del 2012, el 68 % de las personas profesionales en farmacia laboraba en el área asistencial que engloba a la farmacia de comunidad y a la farmacia de hospital. En este caso, el ejercicio profesional está centrado en el área clínica y representa el primer nivel de contacto en función del paciente, la familia y la comunidad con el sistema nacional de salud, llevando lo más cerca posible la atención de salud donde residen y trabajan las personas y constituye el primer elemento de un proceso permanente de asistencia sanitaria (p. 2).

Farmacia Hospitalaria. La Farmacia Hospitalaria es una especialización que se ocupa de servir a la población en sus necesidades farmacéuticas, a través de la selección, preparación, adquisición, control, dispensación, información de medicamentos y otras actividades orientadas a conseguir una utilización apropiada, segura y costo-efectiva de los medicamentos y productos sanitarios en beneficio de las personas pacientes atendidas en el hospital y en su ámbito de influencia. El farmacéutico posee múltiples campos de acción, áreas de trabajo y funciones, de las cuales Castañeda y Dell'Acqua (2012) las identificó en funciones prioritarias (selección de medicamentos, gestión de *stocks*, farmacotecnia y control de calidad, información de medicamentos, distribución) y funciones clínicas (farmacoepidemiología, farmacocinética clínica, educación sanitaria, farmacovigilancia, ensayos clínicos, entre otras).

Figura 11

Funciones del farmacéutico hospitalario

| Funciones del farmacéutico |
|---|
| • Garantizar la correcta conservación, custodia y dispensación de medicamentos para su administración a los pacientes, tanto intrahospitalarios como extrahospitalarios. |
| • Adquirir los medicamentos y productos sanitarios del hospital. |
| • Preparar y dispensar las fórmulas magistrales o preparados oficinales prescritos por el facultativo. |
| • Establecer un sistema rápido, eficaz y seguro de distribución de los medicamentos en el centro. |
| • Informar al personal del centro y a los propios pacientes en materia de medicamentos. |
| • Realizar estudios farmacoterapéuticos. |
| • Colaborar en el control del uso individualizado de los medicamentos en el centro, para detectar sus posibles efectos adversos y notificarlos al sistema de farmacovigilancia. |
| • Formar parte de las comisiones de farmacia y terapéutica y de los comités éticos de investigación clínica y colaborar con las demás comisiones del centro. |
| • Investigar y realizar ensayos clínicos de medicamentos. |

Nota. Castellana (2015).

Figura 12

Áreas de los servicios de Farmacia Hospitalaria

| | |
|---------------------------------------|--|
| Área de dispensación | <p>Área de unidosis: en ella se prepara la medicación necesaria para cada paciente y se distribuye en dosis unitarias. Algunos servicios hospitalarios disponen de sistemas automáticos de dispensación (Figura 2.12) de cuya reposición se encarga el servicio de farmacia. El área de unidosis, normalmente, dispone de norias automatizadas, conectadas con las distintas unidades del hospital. También podemos encontrar un área de dispensación manual y de dispensación extrahospitalaria a pacientes ambulatorios.</p> |
| Área de elaboración | <p>Es en los laboratorios donde se desarrollan tareas de análisis y control de materias primas y la elaboración de fórmulas magistrales y del producto acabado. Encontramos diferentes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área de preparaciones no estériles. Fórmulas magistrales y preparados oficinales. • Área de preparaciones estériles. Preparación de citostáticos y nutriciones parenterales. • Área de reenvasado de medicamentos (Figura 2.13). |
| Centro de información de medicamentos | <p>Suministra información sobre medicamentos con la finalidad de potenciar su empleo racional. Dispone de una sala de reuniones, con biblioteca.</p> |
| Almacén | <p>En el almacén se guardan de manera diferenciada y acondicionada sustancias inflamables, térmolábiles, estupefacientes, psicótopos etc. Está comunicado directamente con la zona de registro, preparación y dispensación de las prescripciones médicas.</p> |
| Administración y gestión | <p>En ella se encuentran los despachos para el jefe de servicio, la secretaría de administración y gestión de pedidos y los despachos de los farmacéuticos.</p> |
| Investigación y docencia | <p>Es donde se llevan a cabo las líneas de investigación del hospital y los ensayos clínicos, y se realizan las formaciones prácticas de pregrado dirigidas a obtener el título de Licenciado en Farmacia o de Técnico en Farmacia y Parafarmacia.</p> |

Nota. Castellana (2015).

Farmacia Comunitaria. La Farmacia Comunitaria cumple un papel relevante en el sistema nacional de salud, ya que es el área donde se está en contacto directo con la población como respuesta a la necesidad de la sociedad de administración de drogas, por lo que el farmacéutico comunitario asume la responsabilidad adicional de aumentar la efectividad de la terapéutica mediante la provisión de la atención farmacéutica. Esta es el área encargada de la dispensación de los productos farmacéuticos y, a la vez, instruir sobre el uso de los medicamentos, construyendo a ese nivel la interfaz entre prescriptores, pacientes y usuarios como parte de la cadena para el acceso a los medicamentos o productos farmacéuticos (Gennaro, 2003, p. 35).

Torres (2019) define la farmacia comunitaria como un establecimiento independiente de un centro de atención médica como un hospital o clínica, en donde la población recibe por medio de la atención farmacéutica distintos servicios como aliviar síntomas menores que sufre en el momento (por ejemplo, diarrea, tos, fiebre, picaduras de insecto, entre otros). Además, puede adquirir sus medicamentos de uso crónico, llevar a cabo el seguimiento farmacoterapéutico, la dispensación de una receta médica, elaborar fórmulas magistrales, evacuar consultas farmacológicas de la población en general o de profesionales que así lo requieran, brindado por el farmacéutico con vocación de servicios hacia su comunidad.

Docencia e investigación. La organización de los sistemas de enseñanza superior es específica al resaltar el desarrollo de actividades de investigación rigurosa y la producción de conocimientos como base de la institución de mayor referencia educativa, es decir, la universidad. En el área de la salud, el conocimiento y las herramientas disponibles no siempre son los adecuados para resolver los problemas que existen, por lo que se deben generar nuevos conocimientos, nuevas técnicas, nuevas tecnologías, estas son mejores y más efectivas para estimular en las personas estudiantes y profesores una actitud crítica y reflexiva sobre los problemas cotidianos y reales, lo que protege y promueve la salud, además, reduce las enfermedades (Delgado, 2016).

Las actividades de investigación en una institución académica requieren de dedicación y tiempo para que maduren progresivamente. Además, requieren de la formación de grupos y líneas de investigación con un profesor o grupo de profesores experimentados que asuman el liderazgo, ya que estos tienen la función de dirigir grupos, informarse en investigación, su proceso, sus resultados y su aplicación. Los grupos deben tener la capacidad de estudio e investigación conjunta entre profesores experimentados, docentes recién titulados, estudiantes de posgrado, estudiantes de pregrado, también debe producir investigaciones, publicaciones y eventos que propicien la formación de microcomunidades que comparten un saber específico (Delgado, 2016).

Segura (2008) hace énfasis en que la docencia e investigación se consideran habitualmente como las dos áreas de trabajo académico de más significado en una universidad, trata de definir cómo se presenta la interacción en estas dos áreas de desempeño para las personas docentes (especialmente los farmacéuticos) de las universidades del país. La docencia fundamentada en la investigación permite formar a las personas estudiantes en los campos disciplinarios y profesionales de su elección mediante el desarrollo de programas curriculares y el uso de métodos

pedagógicos que faciliten el logro de los fines éticos y académicos. Tiene una función social que determina para el profesor las responsabilidades científicas y morales frente a sus estudiantes, a la institución y a la sociedad.

En la actualidad, la investigación es una parte fundamental del quehacer universitario, se considera que su relación con la enseñanza es positiva y facilita procesos docentes, de allí que constituya uno de los pilares con la misión docente y de extensión. Desde la óptica de la enseñanza, la participación en investigación mejora las competencias del docente, desarrolla la infraestructura que se necesita para ella y mantiene actualizado un currículo, es decir, la universidad como fuente de conocimiento utiliza a la investigación como herramienta para el acceso a este. Por esta razón es un área donde los farmacéuticos pueden desempeñarse, incorporando prácticas educativas basadas en evidencia científica para desarrollar una educación de alta calidad (Echeverri, 2015).

A pesar de que el área laboral incluye los desempeños profesionales y las responsabilidades del farmacéutico de acuerdo con los requerimientos de la disciplina, la sociedad y el mercado. La OPS (2017) menciona las principales áreas de ejercicio profesional farmacéutico comunes en algunos países de América y del Caribe (Figura 13), se pueden deducir grandes diferencias entre los países, Costa Rica es que tiene menos áreas de desempeño en comparación con los otros seis países.

Figura 13

Áreas de ejercicio profesional farmacéutico en algunos países de América y el Caribe

| PAÍS | ÁREAS DE EJERCICIO PROFESIONAL FARMACÉUTICO |
|---------------------------|--|
| ARGENTINA | · Atención farmacéutica comunitaria · Atención farmacéutica hospitalaria · Industria del medicamento · Industria cosmética · Industria farmoquímica (fármacos sintéticos, principios activos extraídos de plantas, biotecnología) |
| BRASIL | · Farmacia comunitaria · Farmacia clínica · Farmacia hospitalaria · Industria de alimentos · Industria de medicamentos · Laboratorio de análisis clínico · Docencia e investigación · Servicios públicos de salud · Homeopatía · Elaboración de fórmulas magistrales |
| CHILE | · Farmacia comunitaria (oficina de farmacia) · Farmacia de hospital · Industria · Docencia e investigación · Bromatología · Laboratorio de análisis (en menor grado que actualmente) · Toxicología · Biotecnología/terapia génica |
| COSTA RICA | · Farmacia comunitaria · Farmacia de hospital · Industria de medicamentos (producción, control de calidad, visita médica, gerencia, mercadeo y venta, registros sanitarios) · Docencia e investigación |
| ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA | · Farmacia de comunidad: oficinas de farmacia y centros ambulatorios de atención farmacéutica (clínicas ambulatorias) · Farmacia de hospital · Biotecnología · Industria: información de medicamentos, visita médica e investigación · Homeopatía · Tecnología de información · Radiofarmacia |
| PERÚ | · Farmacia comunitaria (oficina de farmacia) · Farmacia de hospital · Laboratorio de análisis clínicos y bioquímicos, bromatológicos, toxicológicos · Industria farmacéutica · Productos naturales · Industria de cosméticos · Control de calidad de medicamentos · Atención farmacéutica y seguimiento farmacoterapéutico · Cosméticos · Elaboración de fórmulas magistrales · Docencia e investigación (Ley N° 28173 Ley del trabajo del Químico Farmacéutico del Perú) |
| COLOMBIA | · Farmacia hospitalaria (proceso de selección, adquisición, recepción técnica, almacenamiento, distribución, vigilancia farmacológica y las demás actividades relacionadas) · Promoción y uso racional de los medicamentos · Industria de medicamentos (producción, control de calidad, aseguramiento de la calidad, visita médica, registros sanitarios) · Industria de cosméticos (producción, control de calidad, aseguramiento de la calidad) · Toxicología · Biotecnología · Productos naturales (producción, control de calidad, aseguramiento de la calidad) · Homeopatía · Elaboración de fórmulas magistrales · Docencia e investigación (Ley 212 de 1995, por la cual se reglamenta la profesión de Químico Farmacéutico en Colombia). |

Nota. OPS (2017).

Referentes curriculares

Son estructuras que ofrecen fundamentos, principios, propósitos, contenidos, apoyos metodológicos, contextos y organización de los aprendizajes esperados. Es un constructo teórico general que explica un contenido disciplinar y su lugar en una propuesta educativa para la

formulación de planes de estudio en pregrados, grados y posgrados en las instituciones de educación superior, lo que promueve la formación docente, el desarrollo de estrategias y la creación de ambientes y se ofrece condiciones para una educación para todos a lo largo de toda la vida. Es un instrumento para analizar y canalizar esfuerzos para diseñar y gestionar prácticas didácticas con incorporación de las tecnologías, lo que implica la construcción de mundos posibles, cercanos a los ideales de participación, igualdad y equidad (Flores, 2017).

De este modo, los referentes curriculares son los que dan un sustrato a los procesos de investigación vinculados con el énfasis sobre el conocimiento profesional del profesor, en tanto que implican un *conocimiento* que se ha venido reconfigurando y aportando disciplinas de la pedagogía y la didáctica. Estas son el resultado de una trayectoria histórica particular, el reconocimiento de un *status* social a la profesión docente, así como de unas condiciones de validación y producción de conocimientos que toman un fuerte distanciamiento de las lógicas con las que se produce en las *disciplinas puras y duras* y que por mucho tiempo direccionó los procesos de formación de docentes y de estudiantes (Enciso y Roa, 2015).

Importancia de su utilización

El conocimiento general y principalmente el análisis comparativo de los enfoques, concepciones y orientaciones curriculares es importante, ya que permite tener una visión integral del proceso curricular, con el fin de orientarlo hacia metas definidas claramente. Aunque los currículos varían de acuerdo con las culturas y sus formas de pensar, cada universidad adopta un enfoque curricular que hila el proceso educativo y orienta el desarrollo curricular, sin embargo, esta adopción no es excluyente de otros, más bien se trata de llevar a cabo la combinación con combinaciones que resulten más oportunas para cumplir con las metas de formación (Chen y Salas, 2019).

La sociedad, al ser dinámica, cambiante y activa desafía a la educación superior para pensar y repensar las formas en que se asume la formación de los futuros profesionales. Por esta razón, es que para Chen *et al.* (2019) indican que los referentes curriculares ofrecen a los entes gestores del currículo de instituciones de educación superior una idea más clara en cuanto a la concepción de currículo, opciones por considerar en la toma de decisiones para la implementación reflexiva de los planes de estudio y los retos de la educación ante las demandas de la sociedad. Además,

brinda los diferentes puntos de vista basados en criterios de selección histórica y actual de los enfoques curriculares que pueden consultarse en futuros estudios en materia de calidad para la formación profesional universitaria.

Los referentes permiten hacer una serie de evaluaciones o comparaciones entre temas del mismo contexto, expresan lo básico que se espera que aprendan todas las personas estudiantes en cada una de las áreas a lo largo de su paso por la educación, a esto se debe la existencia de los referentes de calidad. Esto es importante, ya que son útiles para orientar prácticas de enseñanza, las cuales paulatinamente configuran las dinámicas que se presentan en la enseñanza. Además, estos se caracterizan por guiar con estándares de calidad, la actividad pedagógica propuesta por el Ministerio de Educación Nacional. Por lo tanto, Bobadilla y Palacios (2016) mencionan que el laboratorio latinoamericano de evaluación de la calidad de la educación de la Unesco en 1997 definió los estándares de la siguiente manera:

Los estándares son constructores (constructos teóricos) de referencia que nos son útiles para llevar adelante acciones en algún ámbito determinado. Estos constructos son elaborados y acordados entre personas con el conocimiento y la autoridad para hacerlo. Son informaciones sistematizadas y disponibles que nos dan una sensación de seguridad en nuestro accionar cotidiano, en el sentido de que tenemos confianza de que esperamos que vaya a ocurrir, efectivamente ocurrirá (s. p.).

Referentes nacionales

Universidad de Costa Rica (UCR). A continuación, se definen algunas generalidades de la Universidad de Costa Rica.

Trayectoria. Esta institución está constituida por facultades, escuelas, departamentos, secciones, sedes regionales, estaciones experimentales, centros e institutos de investigación y servicios administrativos y técnicos, además, cuenta con un proceso de admisión y un sistema de becas que permite a cualquier aspirante, ya sea nacional o extranjero, lograr su ingreso por méritos académicos. En la UCR, todas las facultades constituyen las máximas unidades académicas en cada área y están integradas por escuelas, excepto las de Derecho, Farmacia, Microbiología y Odontología que son Facultades que no cuentan con escuelas (Fernández, 2020).

La universidad ofrece una amplia gama de carreras a lo largo y ancho del país para cubrir la demanda de profesionales de la sociedad costarricense y se ofrece a estudiantes una formación académica, investigativa y humanista en cada una de sus escuelas con el funcionamiento de 12 sedes y recintos universitarios, a saber, la Sede de Occidente, Sede del Atlántico, Sede de Guanacaste, Sede del Caribe, Sede del Pacífico, Sede del Sur y la Sede Interuniversitaria de Alajuela. La universidad ofrece distintas opciones de pregrados y grados (12 diplomados, 195 bachilleratos y 176 licenciaturas), también imparten una gran cantidad de posgrados, avalados por el Centro de Evaluación Académica, 76 especialidades, 91 maestrías profesionales, 81 maestrías académicas y 12 doctorados (UCR, 2021).

Facultad de Farmacia. En esta universidad, la carrera de Licenciatura en Farmacia está acreditada desde el año 2003 por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (Sinaes), lo que resulta en una educación de calidad. Esta facultad se divide en tres áreas operativas, a saber, académica, administrativa y la de investigación. En ella se prepara a la persona como profesional en el área de salud especialista en medicamentos y productos de interés sanitario, capacita para contribuir con la investigación y desarrollo, producción, control de calidad, regulación, promoción, dispensación, aplicación, evaluación y optimización del uso de los medicamentos, ya sean cosméticos, productos naturales y equipo o material biomédicos (Fernández, 2020).

El plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Farmacia está estructurado con un total de 181 créditos con una duración de 11 semestres. El plan se caracteriza por ser flexible, cuenta con asignaturas optativas que para una mayor preparación en áreas específicas. Según la UCR (2021) los cursos son:

- Estilos de vida saludables.
- Terapias complementarias homeopatía.
- Introducción a la Farmacodependencia.
- Ciencia del animal de experimentación.
- Descubrimiento y diseño de fármacos.
- Fundamentos de farmacoterapia en pacientes críticos.

- Terapias complementarias, uso de plantas medicinales y nutraceuticos.
- Asuntos regulatorios.
- Estrategias de posicionamiento comercial de medicamentos.
- Fundamentos de farmacogenética.
- Farmacia veterinaria.
- Fisiopatología y farmacoterapia.
- Cosmetología.
- Preparaciones magistrales, intervenciones de salud pública en farmacia de comunidad.
- Primeros auxilios en la práctica farmacéutica.
- Métodos en farmacología experimental.
- Química medicinal III.
- Tópicos de farmacoepidemiología.
- La práctica farmacéutica en cuidados paliativos.

Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. Este curso contribuye con la formación y desarrollo profesional de los futuros farmacéuticos, ya que les permite adquirir los conocimientos necesarios para entender y describir el curso de los fármacos en el organismo una vez que se administran por diferentes vías y formas farmacéuticas, así como tener la capacidad de diseñar y modificar un régimen de dosificación tomando en cuenta múltiples factores como la edad y peso del paciente, diferentes patologías, formas farmacéuticas disponibles del fármaco y otros con el fin de lograr un objetivo terapéutico. Además, en este curso se pretende conocer conceptos básicos de Biofarmacia y Farmacocinética para su uso y aplicación en el estudio de otras asignaturas del plan de estudio (UCR, 2017).

Figura 14

Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad de Costa Rica

UNIVERSIDAD DE
COSTA RICAFACULTAD DE FARMACIA
Departamento de Farmacia Industrial

PROPUESTA PROGRAMÁTICA
FA-0338 BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Ciclo | II-2017 |
| Número de créditos | 4créditos |
| Horas Teoría semanal | 5 horas |
| Horas Laboratorio semanal | 4 horas |
| Horario del curso de teoría | K 9-11:50/ V 8-9:50 |
| Horario de grupos de laboratorios | 051 L 13-16:50 |
| | 052 L 17-21:50 |
| | 053 K 13-16:50 |
| | 054 K 17-21:50 |
| | 055 M 13-16:50 |
| | 056 J 17-21:50 |
| Requisitos | FA-0336 o FA-03041 |
| Correquisitos | MF-1000 |
| Uso de entorno virtual | Bajo virtual |

Nota. UCR (2017).

Universidad de Ciencias Médicas (Ucimed). A continuación, se presentan algunas generalidades de la Universidad de Ciencias Médicas.

Trayectoria. La Ucimed, desde su creación en 1976, ha logrado demostrar que la excelencia académica y los más sólidos principios éticos son componentes fundamentales de la educación privada costarricense. Con esa excelencia y calidad académica dio vida a la primera escuela de Medicina privada en Costa Rica, en la actualidad este es el principal derrotero de esta institución. En 1998 se creó la carrera de Farmacia y una vez más los más altos estándares de calidad fueron la tónica que marcó su desarrollo para garantizar la formación de farmacéuticos comprometidos con la salud y la calidad de vida de las personas, por lo que el Conesup, en julio de 1999, le otorgó la distinción de Universidad de Ciencias Médicas (Ucimed, 2021).

Tras desarrollar una sólida estructura institucional, instalaciones, tecnología y condiciones educativas de primer nivel, la Ucimed dio un nuevo paso al abrir más carreras, entre ellas Fisioterapia, Nutrición y Microbiología, con 5 en total, todas acreditadas por el Sinaes. Asimismo,

ofrecen una amplia variedad de posgrados y maestrías como la Maestría Profesional en Gerencia de la Salud, también poseen especialidades (en Medicina Familiar y Comunitaria, en Ginecología y Obstetricia), convenios nacionales, por ejemplo, el convenio con la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) para la formación de médicos especialistas, pero también internacionales, el crecimiento de esta universidad traspasa las fronteras costarricenses (Ucimed, 2021).

La evolución constante ha sido clave en este proceso y muestra de esto es la creación del Instituto de Ciencias de la Salud (Incisa), el Centro de Desarrollo de Iniciativas Farmacéuticas (Cedifar), un moderno Instituto de Investigación Biomédica (Icimed) y el especializado Centro de Simulación con la mejor tecnología de punta. En este último ofrecen cursos de soporte vital básico (BLS), soporte cardiovascular avanzado (ACLS), soporte cardiovascular avanzado pediátrico (ACLS), RCP neonatal, salvacorazones, primeros auxilios, RCP y DEA, así como destrezas básicas de Oftalmología. A esta gama de servicios se suman la Clínica de Fisioterapia, el Laboratorio Clínico y la Clínica de Nutrición que ofrecen servicios abiertos a todo público, con tarifas especiales (Ucimed, 2021).

Facultad de Farmacia. La orientación de la formación de nuevos farmacéuticos sigue las bases de la ética de la universidad, haciendo hincapié en el espíritu de servicio a la comunidad, además, se orienta el aprendizaje enfocado en las personas pacientes y capacita para su desempeño en diferentes ámbitos como la farmacia hospitalaria, comunitaria, privada, industrial y de visita médica. Para el año 2008, el Sinaes le otorgó a la carrera de Licenciatura en Farmacia de esta universidad el grado máximo de acreditación por cumplir con las normas de excelencia para la educación superior convirtiéndose en una de las prestigiosas universidades con la carrera de Farmacia acreditada. El plan de estudios de la carrera de Licenciatura de Farmacia está estructurado con un total de 192 créditos con una duración de 8 semestres.

En la carrera de Farmacia se han seguido grandes pasos, lo que motiva hacia el final de su plan de estudios una práctica en el ámbito internacional, es decir, esta universidad les ofrece a las personas estudiantes y profesores la posibilidad de hacer rotaciones en el extranjero durante sus periodos de prácticas clínicas, internado o pasantías y, de esta manera, ampliar sus conocimientos, de forma universal. Según la Ucimed (2021) las universidades que pertenecen a los convenios de cooperación internacionales son:

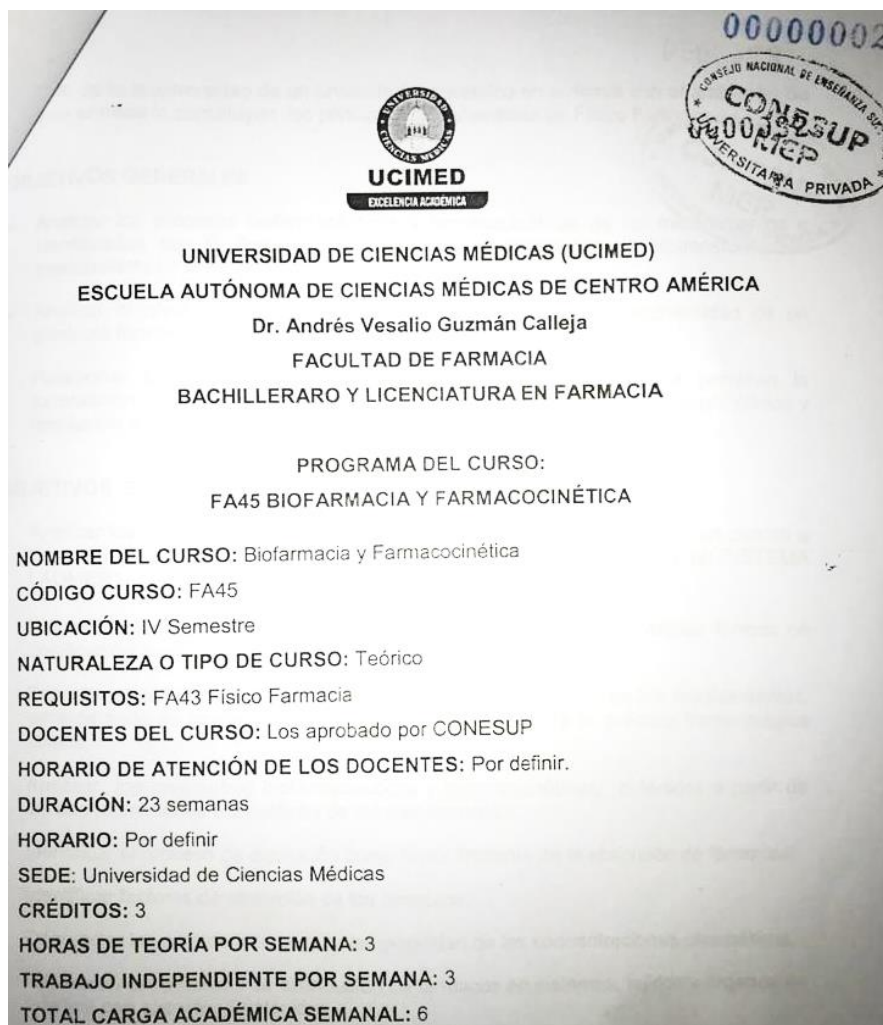
- En Estados Unidos:


- Universidad de Minnesota.
- Hennepin County Medical Center.
- Universidad de Arizona.
- Universidad de Wakeforest.
- Universidad de Miami.
- Programa de William Harrington.
- Universidad de Virginia.
- Weill Cornell Medical College.
- En México:
 - Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
 - Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.
 - Universidad Autónoma de Monterrey.
- En Colombia:
 - Universidad Pontificia Boliviana.
- En España:
 - Universidad de Valencia.


Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. En esta universidad este es un curso teórico del área de farmacéutica clínica cuyos objetivos y contenidos orientan al desarrollo de aprendizajes de conocimientos concordantes con los distintos procesos biofarmacéuticos y farmacocinéticos de los medicamentos e identificados con la liberación, la absorción, la distribución, la biotransformación (metabolismo) y la excreción de los fármacos. Además, considera el estudio y análisis del nivel de respuesta, importancia e impacto de la biodiversidad de un producto farmacéutico en armonía con el ambiente; su nivel de entrada lo constituyen los principios fundamentales de Físico Farmacia (Conesup, 2015).

Figura 15

Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad de Ciencias Médicas




UCIMED
 EXCELENCIA ACADÉMICA

00000002

 CONESUP
 UNIVERSIDAD PRIVADA

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS (UCIMED)
ESCUELA AUTÓNOMA DE CIENCIAS MÉDICAS DE CENTRO AMÉRICA
 Dr. Andrés Vesalio Guzmán Calleja
 FACULTAD DE FARMACIA
 BACHILLERARO Y LICENCIATURA EN FARMACIA

PROGRAMA DEL CURSO:
 FA45 BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA

NOMBRE DEL CURSO: Biofarmacia y Farmacocinética
CÓDIGO CURSO: FA45
UBICACIÓN: IV Semestre
NATURALEZA O TIPO DE CURSO: Teórico
REQUISITOS: FA43 Físico Farmacia
DOCENTES DEL CURSO: Los aprobado por CONESUP
HORARIO DE ATENCIÓN DE LOS DOCENTES: Por definir.
DURACIÓN: 23 semanas
HORARIO: Por definir
SEDE: Universidad de Ciencias Médicas
CRÉDITOS: 3
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA: 3
TRABAJO INDEPENDIENTE POR SEMANA: 3
TOTAL CARGA ACADÉMICA SEMANAL: 6

Nota. Conesup (2015).

Referentes internacionales

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). A continuación, se presentan algunas generalidades de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Trayectoria. Esta Universidad fue fundada el 21 de septiembre de 1551 con el nombre de la Real y Pontificia Universidad de México, ha desempeñado un papel protagónico en la historia y

en la formación de México. Es reconocida en el mundo académico como una universidad de excelencia, ya que responde al presente y mira el futuro como el proyecto cultural más importante de México, cuyo propósito primordial es estar al servicio del país y de la humanidad, formar profesionistas útiles a la sociedad, organizar y llevar a cabo investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, además de entender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura (UNAM, 2021).

Cuenta con 37 carreras de técnico profesional, 3 planes de estudio de bachilleratos, 131 carreras de licenciaturas en áreas de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías; Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud; Ciencias Sociales y Humanidades y de las Artes, con 237 opciones educativas para cursarlas, 42 programas de posgrados con 94 planes de estudio de maestría y doctorado, 42 programas de especialización con 267 orientaciones. Además, cuenta con un 95 % de las carreras acreditadas o en proceso de acreditación en 2021 y posgrados de excelencia. Dentro del área de investigación existen 5227 académicos en el Sistema Nacional de investigadores en el 2021, de lo cuales un 25 % del total de artículos científicos publicados responden a investigadores de la UNAM (UNAM, 2021).

Facultad de Farmacia. La carrera de Licenciado(a) en Farmacia en esta universidad acreditada por el Consejo Mexicano para la Acreditación de la Educación Farmacéutica A. C. (Comaef), desde el 2016 forma profesionales del ámbito de la salud con conocimientos, habilidades y actitudes éticas, científico-humanística que les permite contribuir en el desarrollo, modificación, producción, evaluación y regulación de los medicamentos y cosméticos, así como seleccionar, emplear y dispensar los medicamentos mediante su uso racional para integrarse interdisciplinariamente en equipos de salud enfocados en la prevención, control y tratamiento de enfermedades, así como en el monitoreo de la terapia, lo que optimiza los recursos y asegura la calidad de los bienes y servicio de salud (UNAM, 2021).

Según la UNAM (2021) esta cuenta con distintos enfoques en cuanto a la carrera de Farmacia, como la Licenciatura en Farmacia y la Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica. Sin embargo, el plan de estudios de la Licenciatura de Farmacia en esta universidad está estructurado con un total de 372 créditos con una duración de 8 semestres, con 18 cursos o asignaturas optativas, mientras que el plan de la Licenciatura en Química Farmacéutico Biológica contiene un total de 417 créditos con una duración de 9 semestres, de igual manera, se cuenta con

43 cursos o asignaturas optativas aproximadamente, divididas en optativas requeridas-humanidades (15 cursos) y Optativas (28 cursos).

Esta universidad contiene algunas condiciones particulares, tiene un plan flexible por sus cursos optativos, el alumno tiene la opción de cursar materias de otros programas académicos que le darán mayor preparación en áreas específicas del conocimiento. Además, existen programas de intercambio nacional e internacional que promueve la movilidad estudiantil, el alumno que lo desee debe tener 4 semestres cumplidos, con un promedio de 8.5, el examen de inglés TOEFL con 450 puntos para sí cursar un semestre en alguna universidad nacional o del extranjero. Cabe destacar que el título de licenciado tiene homologación internacional, es decir, un licenciado en Farmacia certificado puede laborar en países europeos o en Estados Unidos (UNAM, 2021).

Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. En el plan de estudio de Licenciatura en Farmacia de esta universidad se encuentra el curso teorico-práctico con el nombre de Biofarmacia, este permite contribuir con la formación y desarrollo profesional de los futuros farmacéuticos, ya que, permite aplicar los conocimientos biofarmacéuticos en la formulación, control de calidad y la administración de medicamentos. A la vez, permite diseñar los experimentos para la estimación de parámetros farmacocinéticos en humanos y animales, analiza la utilidad de los parámetros farmacocinéticos en la evaluación de la eficiencia de los medicamentos. Además, les permite diseñar estudios de bioequivalencia para determinar la intercambiabilidad de medicamentos (UNAM, 2021).

Por otro lado, este curso permite verificar la importancia de las condiciones de amortiguamiento en el análisis químico a través de la construcción de diagramas de zona de predominio bidimensionales, su interpretación y de la aplicación en el análisis cuantitativo de muestra. Asimismo, permite estudiar el equilibrio químico en sistemas bajo condiciones de amortiguamiento mediante el método de Charlot para la justificación y resolución de problemas en procesos químicos (UNAM, 2021).

Figura 16

Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad Nacional Autónoma de México

| | | | | |
|---|--------------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO | | | | |
| FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN | | | | |
| LICENCIATURA DE FARMACIA | | | | |
| Sexto semestre | | | | |
| ASIGNATURA: | | | | |
| Biofarmacia | | | | |
| NÚMERO DE HORAS / SEMANA: 7 | | | NÚMERO DE HORAS /SEMESTRE: 112 | |
| CARÁCTER: | CLAVE | TEORÍA | PRÁCTICA | NO. DE CRÉDITOS |
| OBLIG. X OP | 1639 | 3 | 4 | 10 |
| MODALIDAD: Curso Laboratorio | | | | |
| TIPO: | | PRÁCTICO | TEÓRICO-PRÁCTICO | |
| TEÓRICO | | | X | |

Nota. UNAM (2021).

Universidad Complutense de Madrid (UCM). A continuación, se presentan algunas generalidades de la Universidad Complutense de Madrid.

Trayectoria. Esta universidad se fundó en Alcalá de Henares, la antigua Complutum, por el Cardenal Cisneros mediante Bula Pontificia concedida por el papa Alejandro VI en 1499, pero su origen se remonta al 20 de mayo de 1293, fecha en que el rey Sancho IV de Castilla crea mediante Carta Real el Estudio de Escuelas Generales de Alcalá, que daría lugar dos siglos después a la Universidad Complutense de Cisneros. Sin embargo, en 1836 con Isabel II se trasladó a Madrid donde toma el nombre de Universidad Central, pero no fue hasta en 1970 donde volvió a denominarse Complutense, con lo que recuperó la denominación de su lugar de origen (UCM, 2021).

La UCM (2021) es una institución pública de educación superior e investigación, su ideal es formar profesionales útiles a la sociedad, promover la investigación científica, difundir el conocimiento y los valores que son inherentes a la universidad. Además, ofrece programas de alta calidad en distintos niveles, por ejemplo, 69 titulaciones de grado, 20 dobles grados, 157 másteres universitarios, 58 doctorados, 14 titulaciones internacionales y numerosos títulos de formación permanente. también posee otros centros y estructuras como 7 clínicas universitarias, 9 centros de enseñanza superior (CEES) adscritos, 32 bibliotecas, varios centros de apoyo a la investigación

(CAI) e Instalación Científica Tecnológica Singular (ICTS) e institutos de investigación, los cuales se dividen en dos:

- Institutos Universitarios de Investigación.
 - Ciencias Ambientales (IUCA).
 - Ciencias de las Religiones.
 - Derecho Comparado (IDC).
 - Derecho Parlamentario (IDP).
 - Evaluación Sanitaria.
 - Investigación Oftalmológica Ramón Castroviejo.
 - Lenguas Modernas y Traductores (IULMyT).
 - Magnetismo Aplicado (IMA).
 - Ortega y Gasset.
 - Pluridisciplinar Seminario Menéndez Pidal.
- Institutos Complutenses de Investigación.
 - Análisis Económico (ICAE).
 - Ciencia de la Administración (ICCA).
 - Ciencias Matemáticas (ICMAT).
 - Ciencias Musicales (ICCMU).
 - Derecho Europeo e Integración Regional (IDEIR).
 - Desarrollo y Cooperación (IUDC).
 - Estudios Internacionales (ICEI).
 - Estudios Jurídicos Críticos (ICEJC).
 - Farmacia Industrial.

- Física de Partículas y del Cosmos (IPARCOS).
- Geociencias (IGEO).
- Instituto de Teatro de Madrid (ITEM)).
- Investigación en Neuroquímica.
- Investigaciones Feministas.
- Matemática Interdisciplinar (IMI).
- Tecnología del Conocimiento (ITC).
- Transformaciones sociales (TRANSOC).

Es una institución con una larga trayectoria, su estilo académico viene marcado por tener uno de los claustros de profesorado más prestigiosos de España, en sus aulas tienen cabida las lecciones magistrales impartidas por sus docentes con las técnicas más avanzadas de aprendizaje, con un estilo dinámico que conjuga la modernidad con la tradición. La carrera docente pasa por unos filtros de gran rigor académico y científico, lo que hace junto con su experiencia y su adaptación a los cambios, que sea una universidad de calidad y de reconocido prestigio, tanto dentro como fuera de España. Esto la sitúa entre las primeras universidades de Europa consolidada como centro de referencia para el continente latinoamericano (UCM, 2021).

Facultad de Farmacia. Para la UCM (2021) una de las primeras facultades construidas fue Farmacia, junto con Filosofía y Letras en el año 1936 en la Ciudad Universitaria. Sin embargo, la Guerra Civil hizo de esta ciudad frente de batalla y fueron destruidas todas las edificaciones, Durante la posguerra se reconstruyó y continuó su ampliación hasta el día hoy, ubicada en la Plaza de Ramón y Cajal, en donde se encuentra la famosa estatua de *Los portadores de la antorcha*, símbolo que representa la transmisión del conocimiento entre generaciones, también está rodeada por las demás facultades de Ciencias de la Salud, es decir, Medicina, Odontología, Farmacia y Enfermería, Fisioterapia y Podología.

En esta universidad, el farmacéutico es el experto en el medicamento, tanto en sus aspectos químicos y biológicos como en su aplicación sanitaria. Gracias a su formación multidisciplinar, se han determinado numerosos farmacéuticos que han contribuido con el desarrollo científico en

distintos campos como en las ramas de la Botánica, Química, Bioquímica, Nutrición, Bromatología, Edafología, Parasitología, Microbiología, entre otros. De igual manera, cabe destacar su amplia participación en el desarrollo de la Universidad, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de la industria farmacéutica y de la gestión ambiental (UCM, 2021).

Según UCM (2021) el plan de estudios de la carrera de Licenciatura de Farmacia, la cual está acreditada desde el 2009, está estructurado con un total de 300 créditos con una duración de 10 semestres, dentro del plan se encuentran también asignaturas o materias optativas divididas en 4 módulos, cada módulo contiene 6 distintas asignaturas optativas impartidas en el primer y segundo semestre de cuarto curso y en el primer semestre del quinto curso, estos módulos se denominan:

- Materia Complementaria Itinerario Intracurricular Sanitario.
- Materia Complementaria Itinerario Intracurricular Industrial.
- Materia Complementaria Itinerario Intracurricular Asistencial.
- Materia Complementaria Transversal.

Figura 17

Materias que constituyen el módulo y sobre las que se versarán los contenidos para adquirir las competencias

| | |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">MATERIA 8.1: Materia Complementaria Itinerario Intracurricular Sanitario 18 ECTS (450 h) – Optativo</p> <p>Consta de las siguientes asignaturas: Química Bioinorgánica y Biomateriales. Bioquímica y Biotecnología de los Alimentos. Suelos y Sanidad Ambiental. Enfermedades Parasitarias. Epidemiología Nutricional. Hematología Farmacéutica.</p> | <p style="text-align: center;">MATERIA 8.2: Materia Complementaria Itinerario Intracurricular Industrial 18 ECTS (450 h) – Optativo</p> <p>Consta de las siguientes asignaturas: Biotecnología Farmacéutica I. Biotecnología Farmacéutica II. Botánica Medicinal. Certificación y acreditación de laboratorios analíticos. Métodos experimentales en síntesis y caracterización de fármacos. Sistemas de liberación de fármacos.</p> |
| <p style="text-align: center;">MATERIA 8.3: Materia Complementaria Itinerario Intracurricular Asistencial 18 ECTS (450 h) – Optativo</p> <p>Consta de las siguientes asignaturas: Botánica ambiental. Dermofarmacia. Dietética. Profesión Sanitaria. Productos Dietéticos y Nutraceuticos. Productos Sanitarios.</p> | <p style="text-align: center;">MATERIA 8.4: Materia Complementaria Transversal 21 ECTS (525 h) – Optativo</p> <p>Consta de las siguientes asignaturas: Informática aplicada a Farmacia y Ciencias. de la Salud. Edafología. Farmacoeconomía y Gestión Farmacéutica Avanzada Análisis Medio-Ambientales Genética y Genómica aplicada a Farmacia Prácticas Profesionales en Empresas.</p> |

Nota. UCM (2021).

Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. Este curso teórico-práctico permite contribuir con la formación y desarrollo profesional de los futuros farmacéuticos, ya que aborda el conocimiento de los procesos de liberación, absorción, distribución, metabolismo y excreción de fármacos, los factores que condicionan la absorción y disposición en función de sus vías de administración, la determinación de la biodisponibilidad, como la evaluación de la bioequivalencia y factores que las condicionan. Además, se lleva a cabo programación y corrección de la posología de los medicamentos con base en sus parámetros farmacocinéticos, también el conocimiento de las propiedades fisicoquímicas y biofarmacéuticas de los principios activos, como su estabilidad y, a la vez, las posibles interacciones entre ambos.

Según UCM (2021) para completar el curso el estudiante debe tener los siguientes conocimientos previos:

- Matemáticas que incluyen cálculo integral y diferencial, así como estadística descriptiva básica.
- Conocimientos en cinética química obtenidos previamente en la asignatura de Fisicoquímica.
- Fisiología y Fisiopatología que permitan al estudiante comprender los procesos que experimenta el fármaco en el organismo, a saber, estructuras de membranas, flujos sanguíneos a órganos o tejidos, fisiología del tracto digestivo.
- Química Orgánica para interpretar correctamente las propiedades de los fármacos y sus biotransformaciones.
- Técnicas instrumentales necesarias para la cuantificación de fármacos.

Figura 18

Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad Complutense de Madrid

FACULTAD DE FARMACIA UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE DE MADRID

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Biofarmacia y Farmacocinética
 CARÁCTER: Obligatorio
 MATERIA: Biofarmacia y Farmacocinética
 MÓDULO: Farmacia y Tecnología
 CURSO: Cuarto
 SEMESTRE: Primero
 CRÉDITOS: 6 ECTS
 DEPARTAMENTO: Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria

Nota. UCM (2021).

Universidad del Atlántico (UniAtlántico). A continuación, se presentan algunas generalidades de la Universidad del Atlántico.

Trayectoria. Esta universidad fue gestada por el filósofo Julio Enrique Blanco, quien, en su empeño por la educación pública como requisito de mayoría de edad del pueblo costeño, diseñó y

puso en marcha este claustro de educación superior, proceso que se inició en 1941 y se vio cristalizado definitivamente en 1946. Él percibió con claridad la importancia de la formación integral para los educandos, es decir, una formación que involucrara los aspectos técnicos y científicos, pero también los que en su mayoría denominó humanísticos. En algún sentido, las iniciativas pedagógicas del filósofo respondían a las inquietudes que se plantearon en las cuatro primeras décadas de ese siglo por dirigentes empresariales que se quejaban de la escasez de técnicos y especialistas forjados en el país (UniAtlántico, 2021).

El educador y filósofo fue más allá estimulando la aparición de instancias centradas en desarrollar lo humanístico, es decir, esas ideas fueron las que estimularon la creación del Museo del Atlántico, concebida mediante la ordenanza n.º 035 de 1940 como un conjunto de instituciones educativas que preludivan la futura universidad. Lo primero que se buscó fue formar ingenieros con el surgimiento del Instituto de Tecnología en 1941, tratando de abarcar varias ramas de la ingeniería, se intentó educar a los bachilleres que mostraran aptitudes para esa especialización para que fueran ingenieros de alto vuelo, capacitados para encarar obras de gran envergadura que requería el desarrollo de la región y el país (UniAtlántico, 2021).

Según UniAtlántico (2021), en 1943 se creó la Facultad de Comercio y Finanzas, posteriormente se agregaron programas de Ingeniería Química y Farmacia, los que unidos a los existentes dieron cuerpo a la institución Politécnica del Caribe, creada en 1945. No obstante, no fue hasta el 15 de junio de 1946 que se creó legalmente la Universidad del Atlántico; estaba constituida por las Facultades de Comercio y Finanzas, Química y Farmacia, Ingeniería Química, la Escuela de Bellas Artes y el Castillo de Salgar (este último reconstruido para servir de residencia a estudiantes y profesores nacionales o extranjeros).

En la actualidad, la universidad ofrece 41 carreras de pregrado (5 en Facultad de Arquitectura, 5 en Facultad de Bellas Artes, 4 Facultad de Ciencias Básicas, 9 Facultad de Educación, 1 en Facultad de Nutrición y Dietética, 1 en Facultad de Química y Farmacia, 6 en Facultad de Ciencias Económicas, 3 en Facultad de Ciencias Humanas, 1 en Facultad de Ciencias Jurídicas y 6 en Facultad de Ingeniería). Además, ofrece programas de posgrado, 18 especializaciones, 23 maestrías, 4 doctorados, esta universidad otorga la más alta importancia a los estudios en especial a los de posgrado dándoles prioridad a programas de maestría y

especialización en convenios con la Universidad de Antioquia, Nacional y la Escuela de Administración Pública. (UniAtlántico, 2021).

Facultad de Farmacia. El 3 de junio de 1941 mediante la Ordenanza de la Asamblea Departamental del Atlántico n.º 24 se creó la llamada Facultad de Química y Farmacia debido a distintos factores que incidieron decisivamente. Por ejemplo, la necesidad de producción y manufactura calificada de la floreciente industria Química Farmacéutica establecida en esa época en Barranquilla, el requerimiento de un profesional Químico Farmacéutico capacitado integralmente en lo tecnicocientífico y teorico práctico de los medicamentos para asumir la responsabilidad de velar y respaldar la calidad de los productos farmacéuticos en la Región Caribe y el país (UniAtlántico, 2021).

Según UniAtlántico (2021) el Químico Farmacéutico es un profesional del área de la salud, cuya formación lo capacita para proteger y salvaguardar el derecho que tiene la población a que se le otorgue calidad y seguridad en los medicamentos, cosméticos, preparaciones farmacéuticas con base en productos naturales, fitoterapéuticos, homeopáticos, alimentos, dispositivos médicos, biotecnológicos y otros productos afines que incidan en la salud individual y colectiva. Además, ejerce actividades profesionales de investigación, diseño y desarrollo, elaboración, asesoría, control, auditoría y vigilancia de los procesos y productos mencionados y participa activamente con otros profesionales sanitarios en:

- La prevención, tratamiento de la enfermedad y rehabilitación.
- La promoción de la salud, acceso y calidad de servicios de atención en salud.
- Uso racional de medicamentos y productos sanitarios.
- Bioseguridad y salud en el trabajo.

Esta universidad acreditada desde el 2012 está comprometida con la formación de químicos farmacéuticos a través de la gestión integrada de docencia, investigación y proyección social en competencias y habilidades profesionales desde la mirada humanística y académica. Para esto, plantea soluciones a los problemas de salud en los individuos y contribuye con el desarrollo científico, tecnológico y económico del sector productivo, de servicios de la sociedad en el ámbito regional y nacional dentro de un orden globalizado. Además, ofrecen pregrado (Farmacia),

especializaciones (Farmacia Clínica, Plantas Medicinales) y maestría (Gestión Farmacéutica). El plan de estudios de la carrera de Farmacia está estructurado con un total de 180 créditos y una duración de 10 semestres (UniAtlántico, 2021).

El plan se caracteriza por tener componentes flexibles, por lo que cuenta con cursos denominados electivas, estas están divididas en electivas de contexto (6 créditos), electivas de profundización (21 créditos) y electivas de complementariedad a la formación integral (0 créditos).

Figura 19

Electivas de profundización 2020-1

| Semestre | Electiva No | Denominación de la electiva | Código | Área de Formación Curricular/ Sub-Área | Créditos |
|----------|---------------|--|--------|--|----------|
| Sexto | Electiva III | Química Clínica | 45721 | Área Farmacéutica Subárea: Farmacia Asistencial | 3 |
| | | Introducción a la Química Computacional | 45783 | Área Farmacéutica Subárea Tecnología Farmacéutica | 3 |
| | | Cálculos aplicados a la práctica farmacéutica | 45785 | Área Farmacéutica Subárea Tecnología Farmacéutica | 3 |
| Séptimo | Electiva IV | Tecnología de productos industriales y afines | 45724 | Área Farmacéutica Subárea Tecnología Farmacéutica | 3 |
| | | Sistemas Avanzados de entrega de Fármacos | 45786 | Área Farmacéutica Subárea Tecnología Farmacéutica | 3 |
| | | Farmacocinética de los productos naturales | 45787 | Área Biomédica | 3 |
| Octavo | Electiva V | Evaluación de la Calidad de los Alimentos | 45726 | Área Farmacéutica Subárea Alimentos | 3 |
| | | Farmacología Molecular | 45747 | Área Biomédica | 3 |
| Noveno | Electiva VI | Aplicación de la Química Computacional en Farmacia | 45769 | Área Farmacéutica Subárea Tecnología Farmacéutica | 3 |
| Decimo | Electiva VII | Alimentos Funcionales y Nutraceuticos | 45744 | Área Farmacéutica Subárea Alimentos | 3 |
| | | Servicios Farmacéuticos con Enfoque en la Atención Primaria en Salud | 45746 | Área Farmacéutica Subárea: Farmacia Asistencial | 3 |
| Decimo | Electiva VIII | Gases Medicinales | 45767 | Área Farmacéutica Subárea: Farmacia Asistencial | 3 |
| | | Validación de Métodos Analíticos | 45742 | Área Farmacéutica Subárea Tecnología Farmacéutica | 3 |
| Decimo | Electiva IX | Auditorías de Calidad Farmacéuticas | 45745 | Área SocioHumanística, Administrativa e Investigativa | 3 |
| | | Seguimiento Farmacoterapéutico en Patología Crónica | 45731 | Área Farmacéutica Subárea: Farmacia Asistencial | 3 |

Nota. UniAtlántico (2021).

Enfoque en Biofarmacia y Farmacocinética. Este curso teórico permite contribuir con la formación y desarrollo profesional de los futuros químicos farmacéuticos, ya que se aprenden los asuntos biofarmacéuticos y farmacocinéticos obligatorios para la resolución de problemas, tanto de formulación como de administración de las formas farmacéuticas y se vislumbra su procedimiento en el cuerpo. Además, este curso contribuye con la formación en tecnología

farmacéutica al ser útil en el diseño de medicamentos, ya que con la información suministrada es aplicable a la Farmacia Clínica, lo que permite predecir los niveles que el fármaco alcanzará en el organismo a partir de una forma de dosificación, información indispensable para establecer regímenes posológicos adecuados y de acuerdo con las características de cada paciente.

Figura 20

Programa de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad del Atlántico

| | |
|---|--------------------|
|  | VERSIÓN: 0 |
| | CÓDIGO: FOR-DO-020 |
| | PÁGINA: 1 de 5 |
| FORMATO DE CONTENIDO DE CURSO | |

VICERRECTORÍA DE DOCENCIA

FACULTAD DE: QUÍMICA Y FARMACIA.
PROGRAMA DE: FARMACIA.

PLANEACIÓN DEL CONTENIDO DE CURSO

1. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

| | |
|---|---|
| NOMBRE | : BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA |
| CÓDIGO | : 45905 |
| SEMESTRE | : QUINTO (V) |
| NUMERO DE CRÉDITOS | : DOS (2) |
| PRERREQUISITOS | : (CÓDIGO 45902) QUÍMICA FARMACÉUTICA |
| HORAS PRESENCIALES DE ACOMPAÑAMIENTO DIRECTO | : DOS (2) HORAS TEÓRICAS SEMANALES. ASIGNATURA HABILITABLE. |
| ÁREA DE FORMACIÓN | : FARMACÉUTICA- SUB ÁREA TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA. |
| TIPO DE CURSO | : PRESENCIAL |
| FECHA DE ACTUALIZACIÓN | : AGOSTO 2015 |

Nota. UniAtlántico (2015).

Enseñanza de Biofarmacia y Farmacocinética

La enseñanza tiene como pilar proporcionar medios para estructurar experiencias propias de diferentes formas y que estas sean accesibles para lograr un aprendizaje satisfactorio. Por lo tanto, Fenstermacher (1989, citado en Sandí y Cruz, 2016): “El concepto de la condición de estudiante o de alumno es, con mucho, el concepto más paralelo al de enseñanza. Sin estudiantes, no tendríamos el concepto de enseñante; sin profesores, no tendríamos el concepto de alumno” (p. 6), por lo que se debe considerar que las experiencias y el proceso de enseñanza dependerán de ambos y del contexto específico en el cual se desarrollen.

Es importante que la población docente potencie sustancialmente la motivación en las personas discentes para aprender, lo que únicamente se puede lograr al incentivar un lazo social

entre enseñar y aprender, es decir, el aprendizaje significativo implica una fuerte interrelación sociocultural entre el docente y el alumno. Por esto, Avilés (2011) menciona que:

El aprendizaje significativo, básicamente está referido a utilizar los conocimientos previos del alumno para construir un nuevo aprendizaje. El personal docente se convierte sólo en el mediador entre los conocimientos y los alumnos, ya no es él el que simplemente los imparte, sino que los alumnos participan activamente de lo que aprenden, pero para lograr la participación del estudiantado se debe crear estrategias que les permitan una excelente disposición y motivación para aprender (p. 140).

Con base en lo anterior, es indispensable escoger o determinar el mejor paradigma o enfoque de aprendizaje para lograr un aprendizaje significativo en el curso de Biofarmacia y Farmacocinética. Este es de extrema complejidad para las personas estudiantes porque deben interpretar la influencia de los procesos a los que están sometidos los fármacos en el organismo basándose en los mecanismos de transporte, sitios de distribución, unión a proteínas plasmáticas, procesos de biotransformación y excreción de fármacos y su relación con la prescripción de medicamentos para que logren ejercer efectivamente el ejercicio de la práctica farmacéutica (García *et al.*, 2019).

Algunos contenidos de la enseñanza

Introducción de Biofarmacia y Farmacocinética. La Biofarmacia estudia la influencia de la formulación y la técnica de elaboración de un medicamento sobre su actividad terapéutica. En ella se consideran los efectos, de la forma, de dosificación sobre la respuesta biológica y los factores que pueden afectar al principio activo y a la forma farmacéutica que lo incluye. La Farmacocinética explica la permanencia del fármaco en el organismo, cuantificando todos los procesos que se producen, es decir, es aquella parte de la materia farmacéutica que estudia la evolución temporal de la cantidad total en el cuerpo de un determinado fármaco y sus metabolitos, así como su concentración en diferentes tejidos y plasma, lo cual contempla otros factores asociados como la absorción, distribución y metabolismo (Alarcón de la Lastra y Rabasco, 2002).

El interés básico del estudio de estas materias se basa en determinar las dosis adecuadas y el intervalo de administración en formas farmacéuticas de disponibilidad óptima. Por otra parte,

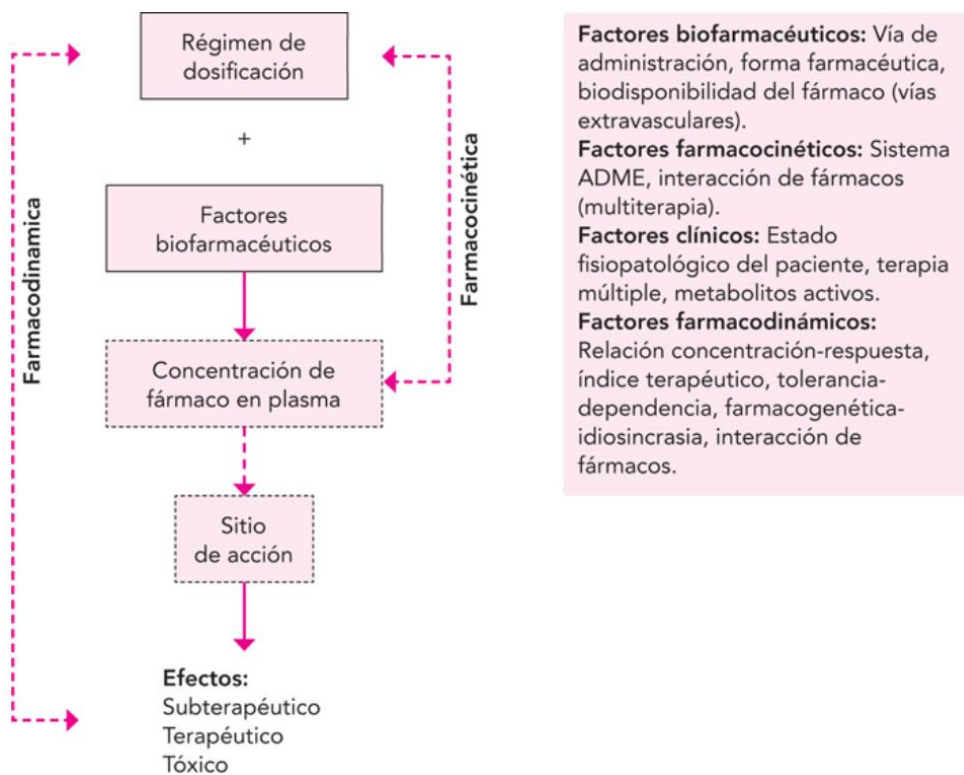
permite predecir y calcular la concentración de los fármacos en diferentes órganos, con el fin de instaurar o régimen terapéutico óptimo. Esta evolución es de vital importancia, ya que para muchos fármacos existe una ventana terapéutica dentro de la cual son efectivos en concentraciones específicas, es decir, si está por debajo de una concentración determinada, el fármaco no tiene ningún efecto y si está por encima de otra concentración tiene efectos tóxicos (Sorzano, 2015).

El conjunto de procesos que caracterizan la evolución temporal de un medicamento, tras administrarse a un organismo en determinadas condiciones y bajo una vía de administración específica se denomina LADME, este acrónimo está conformado por cinco etapas que pueden llegar a producirse durante el tránsito del medicamento por el organismo, los cuales son la liberación, absorción, distribución, metabolismo y excreción. Estas dos últimas etapas pueden agruparse bajo el término de eliminación y junto con la distribución reciben el nombre de disposición. El conocer mejor los parámetros farmacológicos derivaría en una mejor elección del fármaco y sus posologías, si se trata de un paciente al cual se debe medicar de forma individualizada (Chavarría, 2020).

Administración y absorción de fármacos. La respuesta biológica obtenida y observada en el momento de administrar un medicamento es el resultado de una serie de etapas y procesos relacionados estrechamente, así como de los factores particulares que pueden incidir en ellos, es decir, la efectividad de la farmacoterapia está en función de diversos factores (Figura 21). Como se puede deducir cuando se desempeñan estudios cuantitativos de la concentración en sangre en relación con la dosis y con el efecto terapéutico de un medicamento en el cuerpo, esta cantidad de fármacos en la sangre está regida en parte por el régimen de dosificación aplicado, es decir, la magnitud de la dosis, número de ellas o los intervalos para su administración según corresponda (Arellano y Vázquez, 2014).

Figura 21

Factores determinantes en la respuesta farmacológica de un fármaco



Nota. Arellano *et al.* (2014).

Sin embargo, la administración de fármaco no se puede llevar a cabo sin las rutas de entrada, es decir, las vías/rutas de administración. Por un lado, Chavarría (2020) hace énfasis en que estas se dividen en intravascular y extravasculares. Las vías intravasculares contemplan la vía intraarterial, intravenosa e intracardiaca, mientras que las vías extravasculares incluyen a la vía oral, intramuscular, transdérmica, bucal, perlingual, nasal, pulmonar y cualquier otra que no utilice los vasos. Por otro lado, menciona que se conoce otra manera de clasificarlas, vía enteral y parental, esta última corresponde a todas las vías de administración que suceden fuera del tracto digestivo. A continuación, se detalla cada una de las administraciones de esta clasificación:

Intravasculares. A continuación, se definen las vías de administración intravascular.

Vía intravenosa (IV). La administración de un fármaco por esta vía consiste en introducir una solución de este a través de una aguja directamente en una vena, por lo que el fármaco ingresa enseguida a la circulación sistémica sin demora asociada con el proceso de absorción. Esto logra

un efecto terapéutico más rápido que con cualquier otra vía debido a que el principio activo alcanza el sitio de acción sin sufrir alteraciones presentando una biodisponibilidad del 100 %. Existen distintos métodos para administrar medicamentos por esta vía, la administración intravenosa rápida, conocida también como *Bolo IV*, se aplica por lo general en un lapso estimado entre 1-5 minutos, solo se admiten volúmenes pequeños (<10 ml), sus efectos terapéuticos se pueden observar a los 15 segundos, es ideal en caso de emergencias (Talevi, Quiroga y Ruiz, 2016).

La intravenosa por infusión a velocidad constante, puede hacerse de forma intermitente o de manera continua. La intermitente se lleva a cabo en una infusión de corta duración y se repite en intervalos; alternativa ante la dosificación múltiple intravenosa rápida, lo que permite alargar el tiempo de administración y lo que reduce los riesgos de toxicidad o efectos adversos, con esta no se alcanzan las concentraciones plasmáticas tan altas como en la del bolo. En la administración de manera continua, la infusión dura más tiempo y está destinada en la mayoría de los casos a mantener una concentración plasmática del fármaco en estado estacionario, se indican especialmente en fármacos con una estrecha ventana terapéutica y semivida de eliminación corta. (Chavarría, 2020).

En general, la vía de administración intravenosa tiene ventajas como el poder aplicarlas a pacientes que no pueden deglutir, es útil para medicamentos mal absorbidos o inhibidos en el tracto gastrointestinal y cuando se desea que el fármaco actúe con rapidez hay control en la infusión, por lo que se puede aplicar con lentitud y detener de inmediato en el caso de presentar efectos indeseables, es la forma más segura de administrar un fármaco con pequeño margen terapéutico, entre otras. Sin embargo, también tiene desventajas como que una vez aplicado el fármaco no se puede retirar del organismo, además, si el fármaco se administra con rapidez puede provocar efectos nocivos en el aparato cardiovascular y respiratorio, de tal modo que ocurra un paro cardíaco (Arellano *et al.*, 2014).

A continuación, se muestra un resumen de las otras dos vías de administración intravascular, debido a que para efectos de esta investigación no resultan de gran relevancia:

Tabla 1

Vías de administración intravascular

| Vía/Ruta | Definición/Características |
|---------------|--|
| Intraarterial | Esta vía es de administración directa en una arteria, generalmente para efectos locales sobre los órganos o tejidos irrigados. Ej. antineoplásicos inyectados en las cercanías del tumor, con disminución de efectos adversos sistémicos. Además, es útil para administrar vasodilatadores en embolias arteriales o medios de contraste para llevar a cabo arteriografías. |
| Intracardiaca | Esta vía es de administración directa en el corazón, se emplea solo en caso de paro cardíaco (inyección de adrenalina en las cavidades cardíacas), ya que se podría producir lesión por inyección en un corazón en movimiento. |

Nota. Adaptado de Talevi *et al.* (2016).

Extravasculares. A continuación, se definen las vías de administración extravascular.

Vía oral. Cuando se administra un medicamento por esta vía, este debe superar diferentes etapas antes de acceder a la circulación general. Después de pasar por el esófago, el medicamento llega al estómago, donde se somete a las características de los jugos de este, que por su acidez favorecen la ionización del fármaco, lo que hace que la absorción sea difícil. Cuando llega al intestino delgado cambia el pH luminal y se favorece la absorción debido al carácter lipofílico de muchos fármacos, los cuales se disuelven en la matriz lipídica de la membrana plasmática (superficie apical) para trasladarse de un compartimento a otro de la célula y así llegar al torrente sanguíneo (superficie basolateral) (Arellano *et al.*, 2014).

Vía intramuscular (IM). Esta vía de administración es la parenteral extravascular de más uso, consiste en una inyección del medicamento dentro del tejido muscular, suele producir un efecto más rápido que la administración oral, pero la velocidad de absorción depende del lugar de inyección. En la parte superior del brazo (músculo deltoides), esta admite aproximadamente 2 ml, es donde genera mayor velocidad de absorción; en los glúteos (músculo dorsoglúteo) admite mayores volúmenes entre 7-8 ml, aunque con la menor velocidad de absorción debido a la mayor cantidad de tejido adiposo y, por último, en la cara externa de muslo (músculo vasto lateral) admite alrededor de 5 ml, esta es la zona más recomendada para bebés y niños por su escaso desarrollo muscular (Talevi *et al.*, 2016).

La velocidad de absorción también depende del flujo sanguíneo, a mayor flujo, mayor absorción. Por lo general, la absorción de una solución acuosa es más rápida en el deltoides y en el vasto lateral que en el glúteo debido a la distribución del tejido graso, por el contrario, para tener una absorción lenta y constante en el sitio de administración se utilizan soluciones oleosas aplicadas en el glúteo. El flujo sanguíneo de los músculos en reposo es aproximadamente de 0.02-0.07 ml/min por gramo de tejido y la velocidad de flujo puede aumentar muchas veces durante el ejercicio, debido a que se abren canales vasculares adicionales (Chavarría, 2020).

Vía subcutánea (SC). La administración subcutánea de fármacos consiste en la inyección debajo de la piel en la capa adiposa localizada debajo de la dermis, razón por la cual también se le llama administración hipodérmica. Se puede aplicar en la cara externa del brazo o del muslo, pero también en la cara anterior del abdomen y se admite, en general, menores volúmenes de inyección que en la IM, solo se pueden utilizar fármacos que no irriten la zona de aplicación o los tejidos circundantes, en caso contrario, pueden causar dolor y necrosis. Una de las características más interesantes de esta vía es que la constituyen las formas de depósito SC y las de infusión SC continua que liberan el fármaco lentamente y permiten mantener niveles estables en la sangre durante tiempo prolongado por días, meses e incluso por años (Talevi *et al.*, 2016).

Vía bucal y sublingual. Hay dos sitios principales dentro de la cavidad bucal que pueden utilizarse para la absorción sistémica de fármacos, la región sublingual (SL) y la región bucal, esta última se ubica entre la mucosa oral y el arco mandibular. A diferencia de las demás regiones bucales (como el paladar duro, las encías o la superficie dorsal de la lengua) no poseen epitelios queratinizados, por lo que son más favorables para la absorción de fármacos. La característica principal de estas vías es la rapidez de inicio del efecto terapéutico (como en 2 min), esto se debe al elevado flujo, tanto sanguíneo como linfático de la cavidad oral. Además, las venas que drenan la mucosa bucal son afluentes de la vena cava y no la de porta, por lo que se elude el paso por el hígado absorbiendo fármaco sin pérdidas (Alarcón de la Lastra, 2002).

Vía rectal. En esta vía los fármacos eluden parcialmente el paso por el hígado, ya que las venas hemorroidales medias e inferior son afluentes de la vena cava y no de la vena porta, además en esta porción tan distal los fármacos no son destruidos por enzimas digestivas, la forma farmacéutica adecuada son los supositorios que llevan como vehículo gelatina, glicerina, manteca de cacao. Es importante que fundan a la temperatura del cuerpo, además, son de gran ventaja para

pacientes con problemas de deglución (pacientes inconscientes), presencia de náuseas y vómitos, en el momento de aplicar sustancias irritantes y que tienen mal sabor por vía oral, sin embargo, como desventaja su absorción suele ser errática y variable (Arellano *et al.*, 2014).

Vía vaginal. Desde el punto de vista anatómico, la vagina tiene una amplia superficie con dos drenajes venosos diferentes, la zona superior drena al plexo uterovaginal y de allí a las ilíacas y la zona inferior a las venas hemorroidales y pudendas. La absorción en la vagina está determinada, sobre todo, por el gradiente de concentración entre el fármaco y la sangre. Algunos medicamentos que se pueden administrar por esta vía a las mujeres son en forma de solución, comprimido, crema, gel, supositorio o anillo. Un ejemplo frecuente del uso de esta vía es para dar estrógenos a las mujeres durante la menopausia, con el fin de aliviar los síntomas vaginales como la sequedad, la irritación y el enrojecimiento (Arellano *et al.*, 2014).

Vía inhalatoria o pulmonar. Es la vía de administración más clásica para administrar fármacos destinados a patologías del tracto respiratorio, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma, fibrosis quística, entre otras. Las principales ventajas de administrar medicamentos por inhalación incluyen la rápida absorción y rápido inicio de la actividad, dato indispensable para los fármacos broncodilatadores y antiinflamatorios, así como la localización de la actividad del fármaco en el pulmón con mínima toxicidad sistémica, como sucede particularmente con los corticosteroides antiinflamatorios, por ejemplo, beclometasona, budesónida, fluticasona, entre otras (Talevi *et al.*, 2016).

Vía nasal. La mucosa nasal es una zona muy vascularizada y de fácil acceso, cuyo epitelio está constituido principalmente por células ciliadas, glándulas mucosas y células caliciformes o de Globet, encargadas de producir y almacenar la mucosidad nasal. Esta vía de administración puede emplearse para terapias locales y sistémicas, es una vía alternativa, no invasiva, útil en caso de fármacos extensamente metabolizados o lábiles en el medio gastrointestinal. Se encuentra limitada a pequeños volúmenes administrados (25-200 μ l) y requiere que el fármaco posea solubilidad en agua elevada para alcanzar la dosis efectiva en ese pequeño volumen. El principio activo debe poseer un peso molecular <1 kDa para que sea absorbido, no resulte irritante y no dañe la mucosa nasal (Talevi *et al.*, 2016).

Se sabe que con todo medicamento, en el momento de administrarse en el organismo, lo que sucede es un proceso llamado absorción, es decir, al paso de estos compuestos, desde su sitio de

administración hasta llegar a la circulación sanguínea, pero requiere que las moléculas del fármaco pasen a través de una o más membranas biológicas antes de llegar a la circulación sistémica. Sin embargo, Alarcón de la Lastra (2002) menciona que este paso puede efectuarse siguiendo diferentes vías:

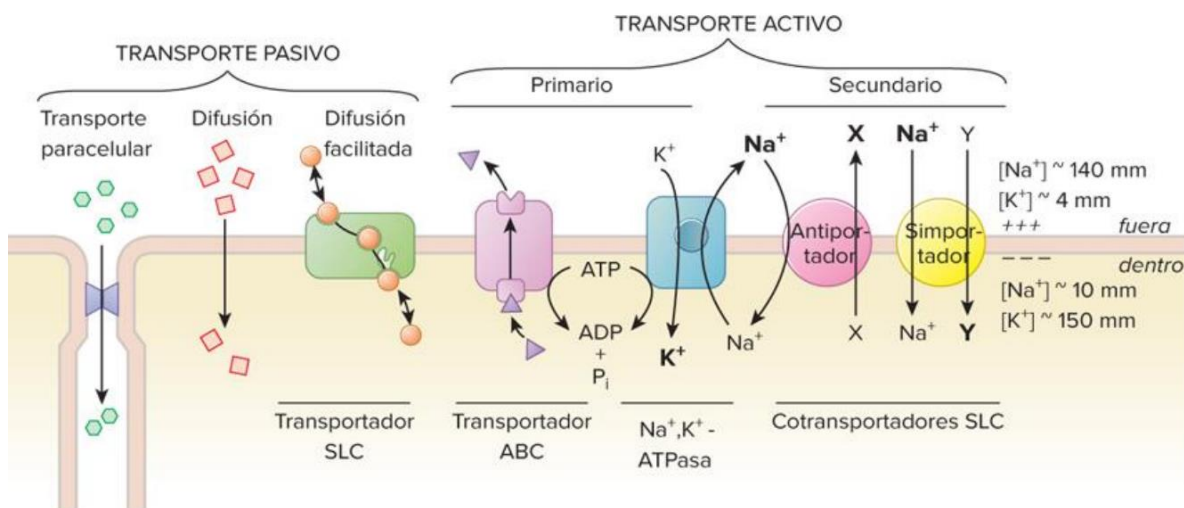
- **Difusión pasiva:** Es el mecanismo de absorción más usado por los fármacos. El flujo del fármaco a través de la membrana se lleva a cabo gracias a la existencia de un gradiente de concentración. Sigue una cinética de primer orden, en la que la velocidad de transferencia es proporcional a la concentración del fármaco en el lugar de absorción. La velocidad de difusión es función directa a través de la membrana y de la diferencia de concentraciones a un lado y otro de la misma. Las moléculas que tienen problemas para absorberse por este mecanismo son las ionizadas y polares, mientras que las moléculas con características lipofílicas pueden atravesar la barrera sumamente rápido, además, no requiere gasto de energía.
- **Filtración:** El paso del fármaco por la membrana se efectúa a través de los pequeños poros que la atraviesan, puede ser útil solamente en el caso de pequeñas moléculas hidrosolubles, este proceso no gasta energía.
- **Transporte activo:** Este mecanismo se efectúa a favor o en contra de un gradiente de concentración, necesita transportadores, puede sufrir procesos de saturación y necesita un aporte de energía.
 - **Transporte activo primario,** se caracteriza por transportar iones y solutos polares en contra de gradientes electroquímica, requieren de gasto energético, esta energía la obtiene de la hidrólisis de ATP en la mayoría de los casos y la proteína involucrada se le llama bomba (existen la de clase P que incluyen las bombas H^+ , Ca^{2+} , H^+-K^+ y Na^+-K^+ ; la clase V en donde se engloba la bomba H^+ presentes en organelas citoplasmáticas, vacuolas y células tubulares renales).
 - **Transporte activo secundario,** las moléculas son transportadas en su mayoría en contra de gradiente y no necesariamente se necesita el uso de ATP como fuente de energía, sino que se acopla al transporte de otra molécula que viene en dirección energética favorable. Se caracteriza por el transporte de dos solutos simultáneamente, uno a favor

y otro en contra de gradiente, necesita energía, esta se toma del soluto transportado a favor de gradiente.

- Difusión facilitada: En este mecanismo no se lleva a cabo en contra de un gradiente de concentración, por lo tanto, no consume energía, pero utiliza transportadores.
- Pinocitosis y fagocitosis: Es el mecanismo donde la membrana se invagina, englobando una gota de líquido extracelular (pinocitosis) o una partícula sólida (fagocitosis) para depositarla posteriormente en el interior de la célula.

Figura 22

Mecanismos de transporte de fármacos



Nota. Buxton (2019).

La velocidad a la que se absorbe un fármaco y su biodisponibilidad dependen de las características fisicoquímicas del fármaco, de los procesos fisiológicos y de las alteraciones patológicas debidas a la enfermedad del paciente. Sin embargo, puede influir de manera relevante, la edad, la presencia de alimento o la administración simultánea de otros medicamentos. Seguidamente, Velázquez y Nava (2005) detallan esos factores que más influyen sobre la absorción de los fármacos por las diferentes vías:

- Factores fisicoquímicos.
 - Peso molecular.

- pH
- pKa.
- Grado de ionización.
- Coeficiente de partición lípido-agua.
- Permeabilidad de la membrana en el sitio de absorción.
- Tamaño de partícula.
- Factores fisiológicos.
 - Superficie del área de absorción.
 - Volumen del líquido en el sitio de absorción.
 - Presencia o ausencia de enzimas necesarias para la biotransformación.
 - Vaciamiento gástrico.
 - pH
 - Tránsito gastrointestinal.
 - Afinidad por proteínas plasmáticas o tejidos.
 - Glicoproteínas P.

Sin embargo, Alarcón de la Lastra *et al.* (2002) indican que en el momento de evaluar la absorción de un fármaco es importante diferenciar dos aspectos. El primero, la velocidad de absorción que se relaciona con la mayor o menor rapidez con que un fármaco pasa a la sangre y el segundo, la intensidad, indica el porcentaje de fármaco que alcanza la circulación sanguínea. Existen parámetros farmacocinéticos relacionados con la absorción que ayudan para llevar a cabo estas evaluaciones, entre ellas están:

- Constante de velocidad de absorción (k_a): Es una constante de primer orden y se expresa en t^{-1} . La velocidad de absorción viene dada por el producto de esta constante por la concentración del fármaco disponible en el lugar de absorción.

- Área bajo la curva (AUC o ABC): Es un parámetro que indica el grado o la intensidad de absorción que se consigue tras la administración de un medicamento.
- t_{max} : Es el tiempo necesario para llegar a la máxima concentración plasmática y se expresa en unidades de tiempo.
- C_{max} : Es la concentración máxima plasmática que se alcanza tras la administración de un medicamento y se expresa en unidades de concentración.

Distribución. Después de la absorción del fármaco que tiene lugar en la mayoría de las vías de administración general es importante que el principio activo se traslade para ejercer su acción farmacológica. Este proceso es estrechamente dependiente del tamaño del órgano, su circulación sanguínea, solubilidad y fijación a macromoléculas sanguíneas o a un compartimento tisular. Los fármacos pueden hallarse en la circulación fundamentalmente en forma libre o unidos a proteínas plasmáticas y hematíes, es importante saber que solo la forma libre puede difundir de la sangre hacia los sitios de acción e interactuar con estos para producir un efecto farmacológico, llegar a sitios de almacenamiento o sistemas de eliminación (Morón y Levy, 2002).

Fijación a elementos formes de la sangre. En la sangre, los fármacos pueden penetrar en los hematíes, los cuales son también conocidos como eritrocitos, glóbulos rojos o células de la serie roja de la sangre, son células que circulan en la sangre y transportan el oxígeno por todo el organismo. En el interior de los hematíes encontrarán un pH mayor que en la sangre debido al exceso de cargas catiónicas presentes en la hemoglobina. Por esto, los aniones se fijan más que los catiónicos y pueden acumularse en los eritrocitos, otros elementos formes como los leucocitos participan de forma poco frecuente en el transporte de los fármacos (Alarcón de la Lastra *et al.*, 2002, p. 41).

Unión a proteínas plasmáticas. Según Chavarría (2020), la unión de los fármacos con las proteínas plasmáticas se efectúa a través de enlaces reversibles, encontrándose en equilibrio la fracción libre y la unida a proteínas plasmáticas. Las proteínas que intervienen mayoritariamente son la albúmina, alfa-1-glicoproteína ácida, globulinas y lipoproteínas; los fármacos ácidos débiles son los que se unen prioritariamente a la albúmina, mientras que los fármacos de bases débiles lo hacen indistintamente a todas las proteínas citadas. Sin embargo, el comportamiento de la albúmina es totalmente diferente según se trate de fármacos ácidos o básicos.

Para los fármacos ácidos existen pocos lugares de unión y una gran afinidad, por lo que es muy posible que se pueda producir saturación y desplazamiento de los lugares de unión por la administración de otro fármaco ácido. Por el contrario, los fármacos básicos presentan poca afinidad por la albúmina y poseen un elevado número de lugares de unión, por lo que es poco probable la existencia de saturación o posibles desplazamientos por competición. En general, la unión a proteínas puede verse afectada por estados patológicos, por ejemplo, el síndrome nefrótico lo que causa una hipoalbuminemia, es decir, al ser esta unión no selectiva de un fármaco ocurre una competencia del sitio de unión por todos los fármacos con características fisicoquímicas similares (Alarcón de la Lastra *et al.*, 2002).

Figura 23

Factores fisiológicos y patológicos que alteran la unión a proteínas plasmáticas

| Disminuyen | Aumentan |
|--|---|
| <i>Albúmina</i> | |
| Cirrosis hepática Edad (neonato o anciano) Embarazo Enfermedades gastrointestinales Fibrosis quística Insuficiencia renal Traumatismos Pancreatitis aguda Síndrome nefrótico | Ejercicio Esquizofrenia Hipotiroidismo Neurosis Paranoia Psicosis |
| <i>α-Glucoproteína</i> | |
| Síndrome nefrótico Anticonceptivos orales | Artritis reumatoidea Cirugía Enfermedad celíaca Enfermedad de Crohn Estrés Infarto de miocardio Insuficiencia renal Traumatismos |
| <i>Lipoproteínas</i> | |
| Hipertiroidismo Traumatismos | Diabetes Hipotiroidismo Síndrome nefrótico |

Nota. Talevi *et al.* (2016).

Distribución tisular. Constituye el proceso de reparto del fármaco en el conjunto de órganos y tejidos, efectuando este equilibrio de distribución de un fármaco en el organismo a diferente velocidad, según el tipo de tejido del que se trate. Entre los factores que influye predominantemente en este proceso están las características fisicoquímicas del fármaco (peso molecular, polaridad, grado de ionización), su capacidad para unirse a proteínas, irrigación del órgano y afinidad particular del fármaco por un tejido específico. Sin embargo, existen otros aspectos importantes como el paso de la barrera hematoencefálica y el paso de la barrera placentaria (Alarcón de la Lastra *et al.*, 2002).

Según Lorenzo *et al.* (2009) la barrera hematoencefálica y la hematocefalorraquídea se engloban en el concepto de barrera hematoencefálica. Esta barrera confiere cierta impermeabilidad al SNC y constituye para este un factor de protección a los efectos nocivos de las sustancias que ingresan en el organismo. Por lo general, las sustancias ionizadas o hidrosolubles tienen mucha dificultad para atravesar esta barrera, contrario a los compuestos liposolubles que penetran en el cerebro de una forma fácil. Por otro lado, la barrera placentaria protege al feto durante la gestación de fármacos o sustancias extrañas que puedan afectar negativamente la organogénesis, las sustancias lipófilas difundirán fácilmente mientras que las hidrófilas son poco absorbidas.

Alarcón de la Lastra *et al.* (2002) mencionan que existen parámetros farmacocinéticos relacionados con la distribución que ayuda para llevar a cabo estas evaluaciones, entre ellas están:

- Volumen de distribución aparente (V): Este factor permite medir la amplitud de la distribución de un fármaco en el organismo, es decir, es una medida del espacio aparente que está disponible en el cuerpo para contener el fármaco en función de la cantidad administrada contra lo que se encuentra en la circulación sistémica. Este volumen no se refiere precisamente a un volumen fisiológico identificable, sino al volumen de líquido que sería requerido para contener todo el fármaco en el cuerpo a la misma concentración en la sangre o plasma.

Este puede diferir de acuerdo con la edad, el sexo, la composición corporal y la presencia de alguna patología, por ejemplo, en los bebés menores de un año, su agua corporal es de 75-80% del peso corporal, mientras que para adultos hombres y mujeres es de 60% y 55%, respectivamente. Este volumen aparente será dependiente de la capacidad del fármaco para unirse a proteínas plasmáticas o

tisulares, es decir, aquellos que presenten alto grado de afinidad por los tejidos tendrán a poseer elevados valores de volumen de distribución, por lo contrario, si se unen en alta proporción a proteínas plasmáticas pueden mostrar valores altos o bajos. Este parámetro se expresa en unidades de volumen o volumen/peso (Lastra *et al.*, 2002, p. 44).

- Porcentaje de unión a proteínas plasmáticas: Este oscila entre 0 hasta más del 99 %, se puede considerar como una constante para cada fármaco y es independiente de la vía de administración y de su concentración plasmática.

Eliminación. En este proceso el organismo, como es normal, reconoce la entrada de una sustancia extraña, por lo que pone en marcha una serie de mecanismos destinados a la expulsión una vez que el fármaco haya ingresado a la sangre. Los individuos poseen diferentes modos por los cuales se desprenden del fármaco como por excreción o por metabolización. El primero, se refiere a la eliminación de la molécula intercambiada, mientras que, en el segundo, la molécula no necesariamente sale del cuerpo, sino que perdura en él transformada en otra entidad química llamada metabolito. Los órganos más identificados comúnmente con la eliminación de fármacos son los riñones, el hígado, el intestino, los pulmones, pero cualquier órgano podría participar en alguno de los dos procesos (Fagiolino, 2017).

Biotransformación/metabolismo de principios activos. Es un proceso en el que se produce una modificación o alteración en la estructura química del fármaco debido a la actuación de los sistemas enzimáticos, como consecuencia, se obtienen productos de transformación (metabolitos), por lo general son más hidrosolubles y menos activos que los productos iniciales de partida, razón por la cual este proceso tiene la característica de ser dinámico e irreversible. Por otro lado, el término metabolismo de primer paso es el proceso administrados por vía oral, consiste en que una vez deglutido el fármaco (sólido), este se disuelve y se dispersa en el fluido gástrico hasta llegar al lumen intestinal donde se absorbe e ingresa al enterocito en donde este puede estar expuesto a la acción enzimática de esta célula y generar un proceso de biotransformación (Alarcón de la Lastra *et al.*, 2002).

Talevi *et al.* (2016) mencionan que las reacciones implicadas en la biotransformación pueden clasificarse esencialmente en dos:

- Reacciones de fase I: También llamadas reacciones de funcionalización, consisten en reacciones de oxidación-reducción o reacciones hidrolíticas que conducen a la introducción de grupos funcionales como hidroxilos (-OH), ácidos carboxílicos (-COOH), oxígenos (O), aminas (NH₂) y sulfhídricos (-SH). Las enzimas involucradas suelen ser las oxigenasa y oxidasas, como el citocromo P450, flavina monooxigenasa, peroxidasa, monoamina oxidasa, entre otras; las reductasas como aldo-keto reductasa y quinona reductasa; las enzimas hidrolíticas como esterasa, amidasa, aldehído oxidasa y alquilhidrazina oxidasa, pero también se involucran las enzimas antioxidantes como superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, epóxido hidrolasa, entre otras.
- Reacciones de fase II: Son conocidas también como reacciones de conjugación o reacciones sintéticas porque en esta etapa los compuestos se conjugan con compuestos endógenos generalmente hidrofílicos como ácido glucurónico, aminoácidos, péptidos, sulfatos y acetato. En esta fase frecuentemente son sustratos de reacciones de conjugación metabolitos obtenidos tras una o más reacciones de fase I sobre el compuesto original. Sin embargo, en algunos casos, el compuesto de origen puede estar sujeto directamente al metabolismo de fase II.

Figura 24

Reacciones de biotransformación de fase I

| Tipo de reacción | Ejemplo |
|-------------------------|---|
| Oxidación Microsomal | Hidroxilación sobre C Epoxidación Oxidación de N y S Desulfuración Desaminación |
| Oxidación no microsomal | Oxidación de Alcoholes y Aldehidos Aromatización de ciclos Desaminación por la MAO Reducción de Nitroderivados |
| Reducción | Azoreducción Deshalogenación reductiva |
| Hidrólisis | Hidrólisis de Aldehídos y cetonas Hidrólisis de Ésteres y amidas |

Nota. Talevi *et al.* (2016).

Figura 25

Reacciones de biotransformación de fase II

| Tipo de reacción | Ejemplo |
|------------------|--|
| Glucuronidación | $ \begin{array}{ccc} R-OH & \xrightarrow{\text{UDPGT}} & R-O-G \\ R-NH_2 & & \begin{array}{c} H \\ \\ R-N-G \end{array} \\ R-SH & & R-S-G \end{array} $ |
| Sulfatación | $ \begin{array}{ccc} R-OH & \xrightarrow{\text{ST}} & R-O-SO_3 \\ R-NH_2 & & \begin{array}{c} H \\ \\ R-N-SO_3 \end{array} \end{array} $ |
| Aminoacidación | $R-COOH + H_2N-CH_2-COOH \longrightarrow R-CO-NH-CH_2-COOH$ |
| Glutacionización | $ \begin{array}{ccc} \begin{array}{c} R \\ \\ CH-CH_2 \\ \quad / \\ O \end{array} & \xrightarrow{\text{GST}} & \begin{array}{c} R-CH_2-CH-OH \\ \\ CH_2 \\ \\ GS \end{array} \end{array} $ |
| Metilación | $R-OH \xrightarrow{\text{Metiltransferasa}} R-O-CH_3$ |
| Acetilación | $R-NH_2 \xrightarrow[\text{N-acetiltransferasa}]{\text{Acetil-CoA}} R-NH-COCH_3$ |

Nota. Talevi *et al.* (2016).

Para Morón *et al.* (2002), la biotransformación sigue una cinética de primer orden (la velocidad de biotransformación es proporcional a la cantidad de fármaco que se encuentre en la sangre). A dosis terapéuticas, la mayor parte de los fármacos no saturan el sistema de enzimas, excepto el alcohol, la fenitoína y la aspirina en dosis elevadas, entre otros. Lo anterior y múltiples factores pueden producir variaciones en el metabolismo de los fármacos, aumentando o enlenteciendo la eliminación del fármaco. Los factores más importantes se pueden clasificar en cinco grupos, a saber, fisicoquímicos, factores genéticos (acetiladores rápidos y lentos), farmacodinámicos, fisiológicos (edad, alimentación) y bioquímicos (inducción e inhibición enzimática).

Excreción de principios activos. Este es el proceso por el cual se elimina el fármaco sin

sufrir modificaciones, para llegar a eliminarse debe ser compuesto polar. Todas las vías de eliminación de líquidos del organismo pueden ser válidas para producir la excreción de los fármacos como la orina, saliva, bilis, sudor, leche materna, vía pulmonar (para fármacos que sean volátiles), entre otras. Sin embargo, estos fármacos o metabolitos se eliminan del organismo mediante distintos mecanismos detallados por Morón *et al.* (2002), seguidamente:

- Excreción renal:
 - Filtración glomerular, el paso del fármaco del plasma al filtrado glomerular se efectúa a través de la pared del glomérulo por filtración a un gradiente de presión. Solo pueden atravesar esta membrana las moléculas que tengan un tamaño lo suficientemente reducido, por lo que las macromoléculas (albúminas, globulinas y otras) no pueden atravesarla ni mucho menos el fármaco que se encuentre unido a ellas.
 - Secreción activa, este proceso sigue un mecanismo de transporte activo, que se efectúa en el túbulo proximal, por el que algunos fármacos presentes en la sangre pasan a la luz tubular, los ácidos y bases débiles son los que tienen sitios secretorios en las células del túbulo proximal. Se trata de un proceso saturable con mecanismos de competición por un mismo sistema de transporte activo.
 - Reabsorción tubular pasiva, proceso por el que el fármaco que ha llegado a la luz tubular mediante algunos de los dos procesos anteriores y se reabsorbe a nivel tubular pasando de nuevo a la sangre; este proceso se efectúa por difusión pasiva, por lo que influyen la liposolubilidad, el grado de ionización y el peso molecular del fármaco a reabsorber.
- Excreción biliar y ciclo enterohepático: Los metabolitos que se forman en el hígado y se excretan en las bilis pueden eliminarse por las heces fecales, por lo que ocurre con mayor frecuencia es que estas sustancias se reabsorben hacia la sangre y excretadas posteriormente hacia la orina (particularmente con los fármacos conjugados con el ácido glucurónico).
- Excreción por otras vías: Como se mencionó, existen otros órganos que también contribuyen con la excreción, aunque su importancia desde el punto de vista cuantitativo es mínima, por ejemplo, la saliva, el sudor, lágrimas y leche materna. En este último la

importancia reside en que puede producir efectos farmacológicos indeseables en el lactante cuando se excreta por esta vía.

Para Alarcón de la Lastra *et al.* (2002), la mayor parte de los medicamentos se eliminan mediante una cinética de primer orden (el índice de eliminación es proporcional a la concentración plasmática), pero algunos fármacos se eliminan por una cinética de orden cero (la cantidad eliminada por unidad de tiempo es constante). De igual manera, como en todos los procesos, existen parámetros farmacocinéticos relacionados con la eliminación que ayuda a llevar a cabo estas evaluaciones, entre ellas están:

- Constante de velocidad de eliminación (k_e): Por regla general, la eliminación de un fármaco del organismo mediante biotransformación, excreción o ambos, es un proceso que sigue una cinética de orden uno, que viene establecido por la siguiente ecuación y debe expresarse en t^{-1} : $\frac{dQ}{dt} = -k_e Q$

Donde k_e es la constante de eliminación y Q la cantidad de fármaco remanente.

- Semivida biológica de eliminación ($t_{1/2}$): Es el tiempo necesario para que una concentración plasmática determinada descienda al 50 %, es un parámetro que orienta sobre el tiempo de permanencia del fármaco en la sangre y se expresa en unidades de tiempo.
- Aclaramiento: Se define como el volumen de sangre que se depura de un fármaco por unidad de tiempo. El aclaramiento muestra la eficiencia del órgano para eliminar una sustancia de la sangre que fluye a través de él. Para evaluar la capacidad de aclaramiento de un órgano para un determinado fármaco es necesario conocer el coeficiente de extracción, que se define según la siguiente ecuación: $E = \frac{C_a - C_v}{C_a}$

C_a es la concentración de entrada y C_v la de salida, por lo tanto, el coeficiente de extracción debe alcanzar valores entre 0 y 1. No obstante, para calcular el aclaramiento total de un fármaco, se deberá sumar el aclaramiento de ese fármaco por todas las vías (renal, hepático, entre otras).

Modelos farmacocinéticos. Según Saavedra, Armentero y Morales (2013), el resultado de las transformaciones que sufre un fármaco en el organismo y las reglas que las rigen, depende de

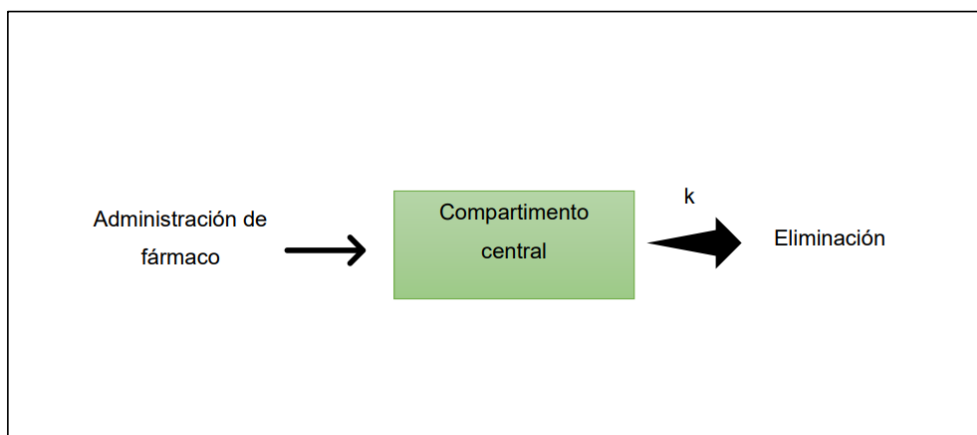
la suma de múltiples factores habituales relacionados. Por lo tanto, con el objetivo de interpretar y simplificar las relaciones entre concentraciones de fármaco en el organismo y el efecto de este en él sea correcto, se diseñaron modelos de funcionamiento basados fundamentalmente en la consideración del organismo como compartimentos relacionados. Los modelos se conciben mediante términos matemáticos que son una forma concisa de expresar relaciones cuantitativas, estos modelos farmacocinéticos permiten:

- Predecir concentraciones plasmáticas, tisulares y urinarias con cualquier régimen de dosificación.
- Calcular el régimen de dosificación óptimo para cada paciente.
- Estimar la posible acumulación del fármaco o sus metabolitos.
- Correlacionar concentraciones de fármaco con efecto farmacológico o toxicológico.
- Evaluar diferencias en la biodisponibilidad y bioequivalencia de las formulaciones.

Modelo monocompartimental. Existen varios tipos de modelos, aunque este es el modelo farmacocinético más sencillo y contempla todo el organismo como una sola unidad, es decir, de forma homogénea. Este es de gran utilidad para el análisis farmacocinético de los datos de concentración en plasma y de excreción urinaria del grupo de fármacos que, una vez llegados a la circulación sanguínea, su distribución en plasma y órganos es de manera inmediata o rápida. A criterio de Chavarría (2020), el uso de este tipo de modelo responde a que la eliminación del fármaco desde un organismo ocurre según una cinética de orden uno, es decir, la velocidad de eliminación del fármaco es proporcional en cualquier momento a la cantidad de medicamento que se encuentre presente en el organismo en ese instante.

Figura 26

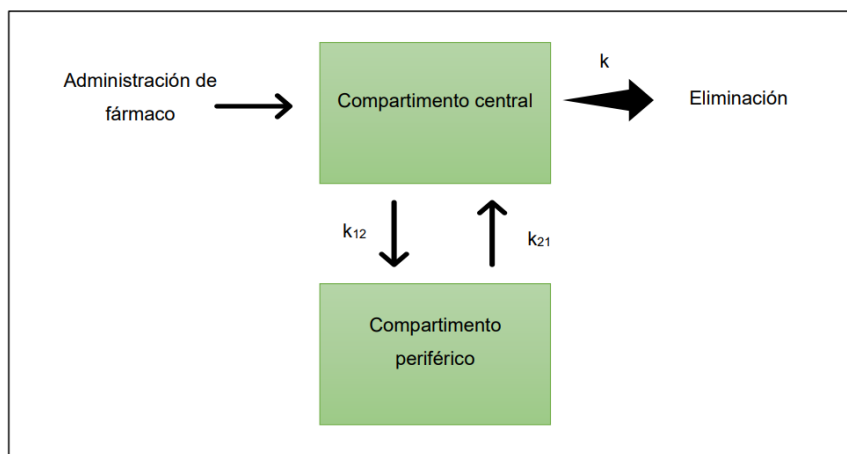
Representación del modelo monocompartimental

*Nota.* Chavarría (2020).

Modelo bicompartimental o multicompartimental. Este modelo concibe al organismo como constituido por dos o más compartimentos, donde la eliminación puede transcurrir desde uno de ellos o desde todos, ya que en estos modelos no solo se tiene la eliminación del fármaco, sino que se debe contemplar la distribución de este por los compartimentos, integrando en este proceso el equilibrio de las concentraciones en todos los compartimentos, lo que deja como resultado que la tasa de eliminación del fármaco sea bifásica o trifásica según número de compartimentos. Teóricamente, cada tejido forma un compartimento individual (compartimento periférico) que tiene relaciones de intercambio con el compartimento central (sangre) independiente de los otros tejidos (Saavedra *et al.*, 2013).

Figura 27

Representación del modelo bicompartimental



Nota. Chavarría (2020).

Biodisponibilidad y bioequivalencia. La bioequivalencia se define como la intercambiabilidad de dos especialidades farmacéuticas que tienen el mismo principio activo y la biodisponibilidad equivalente, este último se relaciona con la cantidad de fármaco que llega en forma activa a la circulación sistémica y la velocidad a la que accede a esta, es decir, la fracción de fármaco administrado que alcanza la circulación general y la velocidad con que ocurre este proceso. Además, se expresa en porcentaje con valores desde muy próximos a 0 (fármacos con una absorción muy pobre o con importantes efectos de primer paso) hasta alcanzar el 100 % indicando que la totalidad del fármaco administrado ha llegado a la circulación sistémica sin sufrir ningún tipo de pérdida, por lo que la administración intravenosa se usa como patrón de referencia (Rey, 2001).

Esto depende de las características fisicoquímicas del principio activo, de los excipientes, del proceso de fabricación y de conservación, de la forma farmacéutica y también de las características intrínsecas al individuo, como la motilidad intestinal o el pH gástrico, entre otra. Por lo tanto, cualquier modificación de estos factores puede alterar la cantidad total del principio activo absorbido como la velocidad a la que se absorbe, por esta razón, durante el desarrollo de una especialidad farmacéutica genérica, a pesar de que se trate del mismo principio activo, dosis y forma farmacéutica, estos factores pueden determinar una biodisponibilidad distinta a la del

producto de referencia, lo que podría causar una alteración de la eficacia o seguridad del fármaco (Rey, 2001).

La bioequivalencia implica la igualdad de efectos biológicos de dos medicamentos hasta el punto de poder intercambiarse sin modificación significativa de sus efectos (terapéuticos y adversos), esta debe demostrarse mediante los correspondientes ensayos clínicos. Según Alarcón de la Lastra *et al.* (2002), existen distintos tipos de equivalencia:

- Equivalencia química: Se produce cuando se incorporan en dos formas farmacéuticas para administrar por la misma vía (por ejemplo, comprimidos y cápsulas), un fármaco con dosis idénticas.
- Equivalencia farmacéutica: Se produce cuando se incorporan en dos formas farmacéuticas iguales de un fármaco con dosis idénticas; los dos medicamentos podrían incluir excipientes diferentes.
- Equivalencia biológica o bioequivalencia: Corresponde a dos medicamentos, equivalentes químicos o farmacéuticos que posean la misma biodisponibilidad, tanto en intensidad como en la velocidad, en un mismo individuo y bajo las mismas condiciones experimentales. Eso quiere decir que las dos curvas de niveles plasmáticos obtenidas tras la administración de estos dos medicamentos deben ser prácticamente superponibles (p. 50).

Nuevos conocimientos/avances

En la actualidad, la Farmacocinética es una herramienta imprescindible para el uso eficaz y seguro de los fármacos en determinados grupos de pacientes a través de la Farmacocinética Clínica. La monitorización de fármacos con escaso margen de seguridad, que conduce a la individualización de la posología, es un ejemplo de la aplicación de los principios farmacocinéticos a la práctica rutinaria de la terapéutica. La Farmacocinética se proyecta con fuerza sobre los diseños de fármacos y profármacos, así como en el desarrollo de nuevas formulaciones tecnológicas a través de la Biofarmacia, asegura a nivel básico, fisicoquímico o tecnológico, la biodisponibilidad óptima de un fármaco en sus formas farmacéuticas o, si se quiere, obtiene de él el máximo rendimiento terapéutico (Doménech *et al.*, 2013).

Los grandes avances de la Biofarmacia y la Farmacocinética hacen posible preparar formas farmacéuticas que liberen el principio activo de forma programada, ya sea, lo que evita lesiones en zonas sensibles como alcanzando concentraciones plasmáticas que se mantienen prolongadamente en el tiempo, produciendo con esto una acción sostenida y lo que reduce la frecuencia de administración. Además, están en desarrollo, los *sistemas terapéuticos* orientados a mejorar todavía más la liberación y acción controlada, por lo que en estos procesos sale a relucir la rama de la ingeniería farmacéutica, que perfectamente podría ser aceptable introducir el concepto dentro del curso de Biofarmacia y Farmacocinética (Vergara, 2011).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Enfoque de la investigación

Para elaborar esta investigación se optó llevar a cabo el enfoque de la investigación cualitativa, ya que, según Hernández, Fernández y Baptista (2014): “El enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (p. 7). Además, estos tipos de estudios pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y en análisis de los datos, de esta manera, se descubre cuáles son las preguntas de investigación más importantes para después perfeccionarlas y responderlas. El método de búsqueda o indagación se basa, de manera dinámica, en ambos sentidos entre los hechos y su interpretación y resulta un proceso más bien *circular* en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio.

La presente investigación se identifica como un enfoque cualitativo debido a que se analizan referentes académicos internacionales y nacionales, los cuales se comparan para fundamentar contenido sobre los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética y se pretende actualizar la presente malla curricular de la carrera de Farmacia. Además, se lleva a cabo una recopilación bibliográfica para justificar la importancia educativa del contenido. Finalmente, con el material adquirido se pretende formalizar una propuesta de plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) para fortalecer el perfil de egreso de los profesionales farmacéuticos.

Diseño de la investigación

El diseño de este estudio es de tipo investigación-acción, ya que, según Hernández y Mendoza (2018), este diseño tiene la finalidad de: “Comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente (grupo, programa, organización o comunidad), frecuentemente aplicando la teoría y mejores prácticas de acuerdo con el planteamiento” (s. p.). Además, destacan a Sandín (2003) quien señala que: “La investigación-acción pretende, esencialmente, propiciar el cambio social, transformar la realidad (social, educativa, económica, administrativa, etc.) y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación” (p. 552).

De esta manera, el trabajo tiene un diseño de investigación-acción, por lo que se realiza una propuesta de cambio del plan de estudio en los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (UIA). Esta investigación aportará conocimiento, información y, a la vez, resolverá una problemática que se está presentando en la carrera de Farmacia de esta universidad en relación con los planes de estudio, con el fin de actualizarlos y así lograr profesionales con formación de calidad y de muy alta competitividad, tomando en cuenta la demanda académica y social.

Fuentes de información

Según Mar, Barbosa y Molar (2020), las fuentes de información consisten en un conjunto de documentos que normalmente se presentan en forma de listado que contiene datos de utilidad para que la persona que está leyendo el texto pueda conocer la procedencia de algún dato de interés e incluso profundizar en esa información en específico, por esto, es de vital importancia llevar a cabo una selección adecuada de estas fuentes, ya que será el sustento referencial de la investigación. Las fuentes de información según grado de relevancia, pertinencia y actualidad del contenido aportado se clasifican en primarias, secundarias y terciarias.

Fuentes primarias

Exponen por primera vez descubrimientos científicos, observaciones y datos originales. Los datos que propongan son de primera mano, entre ellas están los libros, artículos científicos, antologías, ponencias en congresos, tesis, testimonio de expertos, monografías, disertaciones, entre otras (Cruz y Olivares, 2014).

Fuentes secundarias

Cruz y Olivares (2014) las definen como documentos que compilan y reseñan la información publicada en las fuentes primarias. Retoman los documentos primarios u originales, proporcionan una síntesis de la información que existe en documentos primarios sobre temas de interés, además, se utilizan para remitir a los usuarios a documentos cuyos contenidos puedan solucionar sus necesidades de información. Entre ellas se encuentran las compilaciones, listados de referencias, enciclopedias, diccionarios, resúmenes, entre otros.

Fuentes terciarias

Se refiere a documentos que compendian nombres y títulos de otras revistas en publicaciones periódicas o boletines, así como títulos que contienen referencias (Cruz y Olivares, 2014). Las fuentes de información se seleccionaron tomando en cuenta la apertura, observación y análisis considerando el problema que se investigará, con el fin de identificar fuentes confiables que, a la vez, se compararon y asociaron como información científica. Durante la búsqueda y obtención de la bibliografía se utilizó tanto la vía tradicional como la electrónica (Internet, etc.) este es medio de acceso que permite ampliar la búsqueda en bases de datos no disponibles en el país y consultar bibliotecas, centros de información y otras instituciones pertenecientes a universidades, centros de investigación y, en general, sitios relacionados con estudio como PubMed, Google Académico, E-libro, Cochrane Library, EBSCO Information Services, Dialnet, Scielo, Redalyc, entre otros.

Muestra de la investigación

Según Hernández y Mendoza (2018) la muestra en la ruta cualitativa es: “El grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual de habrán de recolectar datos, sin que necesariamente sea estadísticamente representativo del universo o población que se estudia” (p. 427). Sin embargo, Hernández *et al.* (2014) mencionan que en los estudios cualitativos el tamaño de la muestra no es importante desde una perspectiva probabilística, pues el interés del investigador no es generalizar resultados de su estudio a una población más amplia, sino que lo que se busca en la indagación es profundidad. Les conciernen casos o unidades (participantes, organizaciones, manifestaciones humanas, eventos, animales, hechos, etc.) que les ayuden a entender el fenómeno de estudio y a responder a las preguntas de investigación.

Para efectos de esta investigación, se usa muestras llamadas por algunos autores *muestras típicas o intensivas*. Mertens (citado en Hernández *et al.*, 2014) menciona que en estas se eligen casos de un perfil similar, pero que se consideran representativos de un segmento de la población, una comunidad o una cultura (no en un sentido estadístico, sino de prototipo), en este caso se lleva a cabo una revisión sistemática utilizando los programas de estudios de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de universidades nacionales e internacionales.

Criterios de inclusión

Para el desarrollo de esta investigación se seleccionarán los artículos que no sean menores a 10 años de antigüedad (2011-2021), que se encuentren en el idioma español o inglés publicados en PubMed, Google Académico, E-libro, Cochrane Library, EBSCO Information Services, Dialnet, Scielo, Redalyc, BINASSS, Elsevier. De igual manera, estos artículos deben tener en su título palabras clave como investigación cualitativa, currículo, cambio curricular, farmacia, biofarmacia, farmacocinética, plan de estudios, referentes curriculares; cumplir con los objetivos de la investigación, al final se analizarán para proceder a la obtención de los resultados.

Criterios de exclusión

En este trabajo no se toman en cuenta todos aquellos artículos científicos que no cumplen con los objetivos de esta investigación, lo que se relaciona con artículos que tienen una antigüedad mayor a 10 años (a excepción de los relacionados con historia), que no aporte información relevante al tema de investigación, tampoco los que no están disponibles en bases de datos confiables idioma español o inglés.

Unidad de análisis

Tabla 2

Matriz de codificación de categorías

| Objetivo específico | Categoría de análisis | Subcategoría | Definición conceptual | Instrumento |
|--|--|---|---|--------------------------------------|
| Definir un perfil del estudiante egresado de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas relacionados con los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética | Perfil del estudiante egresado de Farmacia | Parámetros para el perfil del estudiante egresado de Farmacia | Es la determinación de las acciones generales y específicas que desarrolla un profesional en las áreas o campos de acción (emanados de la realidad social y de la propia disciplina) tendientes a la solución de las necesidades sociales advertidas previamente (Hamui <i>et al.</i> , 2011) | Documentación: Artículos científicos |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| Comparar los referentes académicos nacionales e internacionales en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética que integran el plan de estudios de la carrera de Farmacia en relación con el vigente de la Universidad Internacional de las Américas | Referentes académicos de Farmacia | Referentes académicos nacionales e internacionales en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética. | Son estructuras que ofrecen fundamentos, principios, propósitos, contenidos, apoyos metodológicos, contextos y organización de los aprendizajes esperados (Flores, 2017) | Documentación: académica (referentes) y hoja de cotejo |
| Presentar una propuesta de cambio de plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas | Plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia. | Referentes académicos nacionales e internacionales en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética | Es la expresión formal y escrita de los resultados educativos que se persiguen; es el instrumento mediante el cual la institución define el tipo y la organización de los estudios que se deben llevar a cabo para alcanzar los resultados (Abdala, 2010). | |

Nota. Elaboración propia (2021).

Instrumentos

Según Hernández y Mendoza (2018) el instrumento de recolección de datos cualitativos es el investigador, resaltan que:

El investigador es quien, mediante diversos métodos o técnicas, recoge los datos (él es quien observa, entrevista, revisa documentos, conduce sesiones grupales, etc.). No solo analiza, sino que es el medio de obtención de información. Por otro lado, en la indagación cualitativa los instrumentos auxiliares no son estandarizados, sino que trabaja con múltiples fuentes de datos, que pueden ser entrevistas, observaciones directas, documentos, material audiovisual, anotaciones, etc. (p. 443).

Sin embargo, para la recolección de datos se utiliza el instrumento documentación científica, artículos que se refieran a la definición, componentes y desarrollo de un perfil de egresado. Además, se utilizan documentos académicos, es decir, los programas de estudio de diferentes

Universidades Nacionales como la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad de Ciencias Médicas (Ucimed), así como Internacionales, entre ellas la Universidad del Atlántico (UniAtlántico), la Universidad Autónoma de México (UNAM) y Universidad Complutense de Madrid (UCM), a la vez, se usa una hoja de cotejo para comprobar la presencia o ausencia de contenidos indispensables para una educación de calidad en la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Proceso de recolección y análisis de datos

Como mencionan Hernández y Mendoza (2018) la recolección de datos cualitativos es un: “Acopio de datos narrativos en los ambientes naturales y cotidianos de los principiantes o unidades de muestreo” (p. 443). Por lo tanto, manteniendo esta dirección para el desarrollo del primer objetivo de esta investigación, este proceso de recolección se realiza a través artículos científicos que se refieran a la definición, componentes y desarrollo de un perfil de egresado.

Para el segundo y tercer objetivo, el proceso de recolección se hace a través de una revisión sistemática de documentación académica de los programas de estudio de diferentes universidades nacionales e internacionales como la Universidad de Costa Rica, Universidad de Ciencias Médicas, Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma de México y Universidad Complutense de Madrid para brindar un cambio del plan de estudio actualizado.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presenta toda la información recopilada y los resultados por medio de una exhaustiva revisión bibliográfica y sistemática. Para lograr el análisis de los resultados y alcanzar los objetivos que se plantearon en esta investigación, se tomó como referentes nacionales a la Universidad de Costa Rica y la Universidad de Ciencias Médicas, además de referentes internacionales como la Universidad del Atlántico (Colombia), Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Complutense de Madrid.

Resultados del objetivo n.º 1

El primer objetivo está enfocado en definir un perfil del estudiante egresado de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas relacionados con los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética, con el fin de caracterizar al tipo de profesional farmacéutico que aspira esta universidad para atender las necesidades existentes en el campo laboral. Esto le permite insertarse en un mundo globalizado, de cambio rápido, donde el avance del conocimiento, de la ciencia, la investigación y de la tecnología ha incrementado la brecha entre los países más avanzados y aquellos en desarrollo.

Silva (2016) considera el perfil de egreso universitario como declaración formal institucional ante un público objetivo y sociedad, compromete aspectos como su formación, que identifican al egresado, establece con claridad las implicaciones formativas que enmarcan el sello del profesional, especifica los principales ámbitos de la profesión y las competencias asociadas. Sin embargo, para construir este perfil se debe considerar la dimensión académica (conocimientos y calidad de la reflexión sobre la disciplina), la dimensión ético-valórica (valores de ciudadanía y convivencia humana que espera inculcar) y la dimensión de desempeño profesional (laborales como competencias de autoaprendizaje, liderazgo y trabajo en equipo).

Lo mismo menciona Badilla *et al.* (2018) en cuanto a los criterios y componentes que constituye el perfil académico profesional, pero estos autores lo dividen en tres áreas; cognitivas, donde se incluyen los conocimientos, las habilidades y las destrezas que requiere el profesional; actitudinal, se refiere a los valores y actitudes que se deben estimular, lo que guarda relación con el modelo de sociedad en que el profesional está inmerso y con las características específicas de la

disciplina. Finalmente, el área laboral incluye los desempeños profesionales, pero también sus responsabilidades, en este caso, del farmacéutico de acuerdo con los requerimientos de la disciplina, la sociedad y el mercado.

Por otro lado, Hawes (2010) detalla en la Tabla 3 las características que debe poseer el perfil de egreso, considera la descripción, utilidad, aspectos que se deben tomar en cuenta para su elaboración, las personas participantes y los componentes de un perfil de egreso. Esto con el fin de obtener mayores aportes y, por ende, mejor calidad, de acuerdo con los estándares de competencia existentes en la sociedad.

Tabla 3

Características del perfil de egreso

| | |
|--|---|
| ¿Qué es el perfil de egreso? | Es la descripción de las características de los graduados y titulados de las distintas carreras y programas. Se espera que esta descripción se desarrolle en competencias de la demanda actual |
| ¿Para qué sirve dentro del currículo? | El perfil de egreso es orientador para el diseño de la malla curricular en su conjunto y de cada actividad académica que esta contemple, así como para su renovación. |
| ¿Qué se debe considerar en la construcción de un perfil académico profesional? | La dimensión académica, ético-valórica y la de desempeño profesional. |
| ¿Con quiénes se elabora el perfil de egreso? | En la definición de perfiles se debe considerar la opinión de la comunidad, en equilibrio con las necesidades del medio externo, lo que incluye tanto las demandas del mundo laboral como del resto de la sociedad. |
| ¿Cuáles son los componentes de un perfil de egreso? | Descripción (un párrafo con el contexto general o el marco conceptual del egresado). Un referencial de competencias integrado por: competencias genéricas, específicas y los ámbitos de desempeño del egresado. |

Nota. Hawes (2010).

Con base en la Tabla 3 y el análisis realizado, estas características del perfil de egresado, en relación con el perfil actual del egresado de la Universidad Internacional de las Américas, no son adecuadas, ya que su descripción no está desarrollada en competencias de la demanda actual, no están claras las competencias genéricas y las específicas, a la vez, el desempeño profesional, aunque está presente, lo está de manera escasa, toda vez que únicamente mencionan tres como

industria farmacéutica, farmacia clínica e investigación y docencia, por esto, se estima que no se adecua a la demanda actual, ya que han surgido nuevas necesidades en el desempeño laboral.

Del mismo modo, en Chile, la Vicerrectoría Académica de la Universidad Mayor (2019), menciona y agrega otros criterios necesarios para elaborar el perfil de egreso como ser coherente con la visión, misión, modelo educativo y objetivos de la carrera, facultad y universidad, reflejar el sello de la carrera y universidad; ser pertinente en el contexto externo, que responde a las necesidades del ámbito social, mercado laboral, demandas que los egresados deberán enfrentar en el medio profesional. Además, debe estar formulado en términos de competencia, debe ser comprensible tanto para docentes, estudiantes y empleadores utilizando lenguaje simple y preciso, que sin perder el lenguaje disciplinar permita que todos entiendan lo mismo al leer el perfil, debe ser pertinente en cuanto al nivel de grado, evaluable, difundido y conocido por todas las categorías referentes de la carrera.

Tabla 4

Criterios para la revisión del perfil y sus preguntas relevantes para analizar el perfil de egresado

| Criterios para la revisión del perfil | Preguntas relevantes para analizar el perfil |
|---|---|
| Coherencia y consistencia (alineación) con la visión, misión, modelo educativo y objetivos de la carrera /escuela, facultad y universidad | <p>¿Cuál es el sello distintivo y los énfasis que se quiere destacar en los egresados y cómo lo reflejamos en el perfil?</p> <p>¿El perfil es consistente con los objetivos de la carrera/escuela, facultad y universidad?</p> <p>¿Es coherente el perfil con las competencias que se declara en el modelo educativo?</p> |
| Formulado en términos de competencia, es decir, como conocimientos, habilidades, actitudes y competencias que tendrá el egresado | <p>¿Se entiende cada una de las partes que contiene el perfil?</p> |
| Claridad en la formulación de las competencias | <p>¿El perfil está declarado en términos claros y precisos?</p> <p>¿Es claro para las personas estudiantes, docentes, empleadores?</p> <p>¿Qué será capaz de hacer el estudiante al término de su carrera?</p> |
| Consistencia con los requerimientos del mundo del trabajo | <p>¿Cuáles son los requerimientos de los campos de inserción laboral del egresado?</p> <p>¿Qué se necesita de estos profesionales en la actualidad y en los próximos años?</p> |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Pertinencia disciplinar y profesional | ¿Cuáles son los principales avances en los ámbitos disciplinar y profesional que se deben considerar para tener un perfil actualizado? |
| Pertinencia al nivel de grado | ¿Es posible alcanzar el perfil de egreso durante la carrera/programa por todas las personas estudiantes o es algo ideal? |
| Factibilidad para desarrollarse | ¿Cuáles son las tareas que deberá enfrentar un recién egresado durante los primeros años de su ejercicio? |
| Evaluable en el nivel de grado | ¿Las competencias que se utilizaron para describir al egresado son observables y evaluables? |

Nota. Vicerrectoría Académica de la Universidad Mayor (2019).

Por lo tanto, la Universidad Internacional de las Américas define su perfil actual egresado de Licenciatura en Farmacia de la siguiente forma:

Un profesional en el área de la salud, especialista en medicamentos y productos de interés sanitario; con sentido humanitario, ético y científico que brinda a los usuarios una atención farmacéutica integral, nuestro profesional es líder, comunicador, educador, administrador y promotor en todo lo concerniente al uso adecuado de productos farmacéuticos; con capacidad para el trabajo en contextos interdisciplinarios tanto nacionales como internacionales; a los que integran su conocimiento por medio de la investigación, el desarrollo y la producción de bienes y servicios requeridos para las áreas de la industria farmacéutica, farmacia clínica e investigación y docencia (UIA, 2021).

Con base en todo lo anterior y gracias a la revisión bibliográfica, se ha identificado que el perfil de egreso de la Universidad Internacional de las Américas tiene algunas debilidades como también sus fortalezas con respecto a los criterios ya mencionados, que se debe tomar en cuenta en el momento de elaborar o revisar un perfil. En este caso se analiza y discute sucesivamente, cada punto de la Tabla 4.

Este perfil tiene coherencia y consistencia en cuanto a misión, visión y objetivos de la Facultad de Farmacia de la UIA, ya que su misión es la formación de profesionales que actúen como ciudadanos críticamente conscientes y creativos respecto de sí mismos, del medio socioeconómico y del sistema de valores individuales y sociales, con el fin de fortalecer una sociedad con un clima de justicia, libertad y paz. Además, su visión es ser una universidad líder

en el campo de la formación superior globalizada, internacional, que ampliará los espacios de trabajo de sus estudiantes conforme a los procesos socioeconómicos que se desarrollan (Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas, [Conicit], 2021).

Lo anterior, como producto de la inserción del país y del bloque de las Américas en un mundo globalizado a partir de los ejes del desarrollo humano sostenible, la globalización, la investigación, la educación permanente y continua. En estos tres últimos, la universidad ha hecho bastante énfasis a lo largo del proceso en la carrera de Farmacia porque desde el inicio inculcan la investigación y estimulan la creatividad en las personas estudiantes, poniéndoles retos científicos relacionados con el contenido de los cursos, por ende, igualmente se cumple con el objetivo de la carrera. Es muy importante que estos primeros criterios estén presentes correctamente al llevar a cabo el perfil de egreso, porque Silva (2016) menciona que la coherencia es uno de los criterios que permite determinar la calidad de un programa de formación.

Por esta razón, la universidad no puede obviar este criterio, de lo contrario correría el riesgo de brindar una educación de baja calidad, lo cual no es consecuente para esta universidad y no debería serlo para ninguna institución educativa. Con base en todo lo anterior, se determina, a la vez, que el programa de formación profesional en farmacia de la UIA muestra una calidad alta, entiéndase como búsqueda de la excelencia en las dimensiones de procesos de formación de profesionales, académicos y científicos.

En cuanto a los criterios de la fila 2 y 3 de la columna izquierda de la tabla, es decir, el *formulado en términos de competencias y con claridad*, según el análisis realizado se determina que hay pequeñas debilidades en el perfil de egresado de Farmacia actual de la UIA, ya que se podría afirmar que está formulado en términos de competencias, pero en forma general y no detallado, no se entiende con total claridad cada parte que contiene el perfil, es decir, los conocimientos, habilidades, actitudes y las competencias del egresado. Según los profesionales en la materia, estos deben estar claros para todos, ya sean estudiantes, docentes, empleadores, en fin, toda persona e incluso ajena a la institución, debe entender cada una de las partes.

De acuerdo con las competencias que se formula en el perfil del egresado de la UIA, se puede afirmar que contiene la mayoría de las competencias generales recomendadas por los referentes internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Federación Internacional de Farmacia (FIP), específicamente para la inclusión en la formación del farmacéutico,

resumiéndolo en siete atributos o estrellas, a saber, proveedor de cuidado, tomador de decisiones, comunicador, líder, gestor, en aprendizaje permanente y educador, a los que posteriormente se añadió una octava estrella, la de investigador. Además, el Colegio Farmacéutico (Colfar) basado en las necesidades del país y en los referentes nacionales agrega el ser crítico dentro de la última mencionada (investigador) (Colfar, 2014).

La importancia de formular en términos de competencias con claridad puede deberse a la necesidad de que las personas logren capturar en esencia el tipo de profesional que se pretende formar en la institución, es decir, para esas personas interesadas en empezar a estudiar una carrera, deben tener claro cómo los preparará la universidad profesionalmente, que del plan de estudios puedan extraer el grado de competencia profesional que tendrán cuando sean egresados de esa institución. Esto también podría afectar en el momento de la contratación como profesionales, ya que los empleadores no tendrán claro los conocimientos que tienen sus futuros empleados sobre la materia.

El mismo punto de vista lo comparten García y Treviño (2020), quienes hacen énfasis en la importancia de que conozcan con claridad las competencias por desarrollar para su futuro profesional por medio del perfil de egresado, ya que resulta indispensable que, además del conocimiento de la teoría, reciban formación para la práctica de la profesión. Por otro lado, podría egresarse de una excelente universidad, de honor, con conocimientos teóricos y prácticos, pero que no fuera capaz de expresarse con claridad, lo que le resultaría una gran desventaja, con lo que puede incluso incurrir en malas prácticas y cuando los empleadores contratan a una persona, sin importar sus estudios universitarios, están contratando a alguien para que solucione problemas y proporcione resultados positivos.

Continuando con los criterios, la fila 4 y 5 de la tabla relacionados con *la consistencia con los requerimientos del mundo del trabajo, pertinencia disciplinaria y profesional* sí cumple, ya que el perfil de egresado de Farmacia actual menciona a la industria farmacéutica, Farmacia Clínica, investigación y docencia como los campos de inserción laboral del egresado que se necesita. Sin embargo, de acuerdo con el análisis de la literatura, se puede ampliar esos campos, de lo cuales, a lo largo del proceso educativo la UIA, ha logrado capacitar y transmitir todos los conocimientos necesarios, como asuntos regulatorios y visita médica, sin embargo, estos podrían interpretarse dentro del área de la industria farmacéutica que mencionan.

La OPS (2017) agrupó las áreas de ejercicio profesional farmacéutico de algunos países de América y el Caribe. Por lo tanto, detalló que en Costa Rica son farmacia comunitaria, farmacia de hospital, industria de medicamentos (producción, control de calidad, visita médica, gerencia, mercadeo y venta, registros sanitarios) y docencia e investigación. Asimismo, es indispensable agregar los campos en que se compone el área de industria farmacéutica, de este modo, la persona interesada, quien lee el perfil, conoce los campos donde puede insertarse laboralmente después de concluir con su proceso formativo.

En cuanto los criterios de *pertinencia al nivel de grado y factibilidad para desarrollarse*, es posible alcanzar este perfil de egreso durante la carrera por todas las personas estudiantes, no es algo ideal ni imposible. Como lo menciona la UIA (2021): “La universidad nació con la consigna de ser referente en la educación superior privada lo cual se ha hecho manifiesto con el transcurrir de los años dejando su huella en la formación de los profesionales integrados al mercado laboral” (s. p.), también gracias al esfuerzo por estar renovando, adoptando nuevas metodologías de enseñanza de acuerdo con la exigencia de la época, es que logra su objetivo plasmado en el perfil de egresado.

Lo anterior se fundamenta en González (2020) quien indica que el objetivo de la Universidad Internacional de las Américas es ofrecer a sus estudiantes preparación integral y actualización constante para enriquecer su profesión con un equipo de profesores especializados quienes sobresalen por sus capacidades para impulsar una formación idónea y garantizar a sus estudiantes el mejor recurso en cuanto a herramientas, metodología y uso de tecnologías. Todos elementos que los empleadores demandan en la actualidad.

Finalmente, en cuanto al criterio de *evaluable en el nivel de grado*, en el perfil del egresado actual de la UIA menciona que *el profesional es líder, comunicador, educador y promotor*, de modo que estas competencias se pueden observar y evaluar, ya que la Dirección General de Servicio Civil (2021) define competencia como:

“Conjunto de conductas o comportamientos observables y medibles, con los cuales se logra identificar y demostrar en las personas, las capacidades, conocimientos, destrezas, habilidades y valores necesarios para ejecutar con éxito las funciones de un determinado puesto de trabajo, generando valor público en el Régimen de Servicio Civil del Estado Costarricense (p. 11).

Además, categoriza en cinco grupos sus competencias:

- Competencias transversales.
 - Compromiso con el servicio público.
 - Integridad en el desempeño de la función pública.
- Competencias directivas.
 - Liderazgo.
 - Visión estratégica.
 - Toma de decisiones.
 - Comunicación efectiva.
 - Manejo y resolución de conflictos.
- Competencias profesionales.
 - Análisis y solución de situaciones.
 - Acción estratégica e innovadora.
 - Gestión de calidad.
 - Sensibilidad tecnológica.
 - Trabajo colaborativo.
- Competencias técnicas.
 - Dominio y credibilidad técnica.
 - Calidad y productividad.
 - Análisis y solución de situaciones.
 - Trabajo colaborativo.
- Competencias iniciales.

- Calidad y productividad.
- Dominio y aplicación práctica.
- Trabajo colaborativo.

Lo anterior respalda que efectivamente las competencias que se utilizaron en el perfil del egresado actual de la UIA son medibles y evaluables. Según el análisis minucioso que se llevó a cabo, se puede afirmar que este perfil no está nada lejos de la realidad, al contrario, se adecua a las necesidades sociales y del mercado laboral. Sin embargo, las muy pocas debilidades encontradas pueden deberse a la falta de evaluación continua, debido a que la última se llevó a cabo en 1997. Como se ha afirmado la educación, la sociedad y el mundo en general, está en constantes cambios, solo renovando se podrán identificar los logros obtenidos a lo largo del desarrollo del plan de estudios y tomar decisiones de continuar presentando el mismo plan o modificarlo para llenar las expectativas de usuarios y de empleadores.

Por lo tanto, se modifica y se define el perfil del egresado de la Universidad Internacional de las Américas como:

Un profesional en el área de la salud, especialista en medicamentos y productos de interés sanitario; con conocimientos de ciencias básicas, biomédicas y farmacéuticas, con sentido humanitario, ético y científico que brinda a los usuarios una atención farmacéutica integral. Es un profesional con capacidad de liderar, comunicar, educar, investigar, administrar y promover, en todo lo concerniente al uso adecuado de productos farmacéuticos; capaz de trabajar en contextos interdisciplinarios, tanto nacionales como internacionales. A los que integran su conocimiento por medio de la investigación, el desarrollo y la producción de bienes y servicios requeridos para las áreas de la farmacia industrial (producción y visita médica), asuntos regulatorios (control de calidad, registros sanitarios, entre otros), farmacia clínica (hospitalaria y comunitaria), farmacia asistencial, así como para investigación y docencia.

Resultados del objetivo n.º 2

El segundo objetivo corresponde a comparar los referentes académicos nacionales e internacionales en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética que integran el plan de estudios de la carrera de Farmacia en relación con el vigente de la Universidad Internacional de las Américas.

Tabla 5

Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad de Costa Rica

| Elementos por evaluar | UIA | | | UCR | | |
|--|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|-----------|
| | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple |
| Generalidades de Biofarmacia | | | | | | |
| Cuentan con 9 horas semanales | X | | | X | | |
| Presenta curso teorico-práctico | X | | | X | | |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | X | | | | | X |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X | | | X | | |
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X | | | | | X |
| Contenido de Biofarmacia | | | | | | |
| Enseñan la definición, importancia de Biofarmacia, la aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas. | X | | | | X | |
| Enseñan biodisponibilidad y bioequivalencia | X | | | X | | |
| Enseña el sistema LADME, sus factores que lo condicionan. Las diferentes formas farmacéuticas. | X | | | | X | |
| Enseñan Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación | X | | | X | | |
| Enseñan Vías de administración. Introducción a la Absorción. Introducción a la fase de absorción. Vías de administración de fármacos parenterales. Clasificación. Lugar y tipos de administración. | X | | | | X | |
| Enseña absorción de fármacos, Vía de administración enteral. Explicación y conceptos. Ventajas y desventajas. Sistema | X | | | X | | |

gastrointestinal. Absorción por vías perlingual, bucal y rectal.

| | | |
|--|---|---|
| Enseñan los Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal | X | X |
| Enseña Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica. | X | X |
| Enseña Absorción percutánea, procesos y dispositivos | X | X |
| Enseña Distribución de fármacos | X | X |
| Enseña Unión a proteínas | X | X |
| Enseña Eliminación de los fármacos, Excreción renal | X | X |
| Enseña Excreción no renal | X | X |
| Enseña Biotransformación de fármacos en el organismo, Estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos. | X | X |

Generalidades de Farmacocinética

| | |
|--|---|
| Cuentan con 9 horas semanales | X |
| Presenta curso teorico-práctico | X |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X |
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X |

Contenido de Farmacocinética

| | | |
|--|---|---|
| Enseña Transformada de Laplace, repaso del fundamento y aplicación Introducción a la Farmacocinética | X | X |
| Enseña los Conceptos básicos de cinética química (los procesos de orden cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas) | X | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental. Administración intravenosa rápida. Volúmenes aparentes de distribución | X | X |

| | | |
|---|---|---|
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: datos plasmáticos y urinarios (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en sangre) | X | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: Ajuste de datos urinario (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en orina) | X | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). | X | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). (Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo) | X | X |
| Enseña Teorías de absorción. Tratamiento matemático en los estudios de absorción (en la curva de niveles plasmáticos, los procesos que experimenta el fármaco administrado de forma extravasal) | X | X |
| Enseña Tratamiento matemático en los estudios de absorción (los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal) | X | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (características) | X | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida) | X | X |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración intravenosa. (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples. parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple) | X | X |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración extravasal. | X | X |

| | | |
|---|---|---|
| Enseña Farmacocinética no lineal (NL). Modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten. | X | X |
| Enseña los Factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética | X | X |

Nota. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 5, en cuanto a las generalidades la Universidad Internacional de las Américas en su plan de estudio contiene Biofarmacia y Farmacocinética en 2 cursos teorico-prácticos independientes con 6 créditos y 9 horas semanales para cada curso, divididos en 6 horas de teoría y 3 horas práctica, cuatrimestralmente. Por otro lado, en la Universidad de Costa Rica enseñan en un solo curso teorico-práctico con 4 créditos y 9 horas semanales, divididos en 5 horas de teoría y 4 horas práctica, semestralmente. De acuerdo con los contenidos de Biofarmacia que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción, definición e importancia de Biofarmacia.
- Biodisponibilidad y bioequivalencia.
- Sistema LADME y los factores que lo condicionan.
- Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación.
- Absorción de fármacos, vía de administración enteral (conceptos, ventajas y desventajas). Sistema gastrointestinal y absorción por vías perlingual, bucal y rectal.
- Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal.
- Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica.
- Absorción percutánea, procesos y dispositivos.
- Distribución de fármacos.
- Unión a proteínas.
- Eliminación de los fármacos, excreción renal.

- Excreción no renal.
- Biotransformación de fármacos en el organismo, estimulación e inhibición del metabolismo-metabolismo de fármacos.

En relación con los contenidos de Biofarmacia que evalúa la UIA existen algunos temas que la UCR no menciona:

- La aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas.
- Las diferentes formas farmacéuticas.
- Vías de administración parenterales, clasificación, tipos y lugares de administración.

Los contenidos de Farmacocinética que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción a la Farmacocinética.
- Modelo monocompartimental (MAUC), administración intravenosa rápida (cálculos de parámetros farmacocinéticos con datos plasmáticos y urinarios) y volúmenes aparentes de distribución; perfusión/infusión intravenosa (características y cálculos).
- Teorías de absorción, tratamiento matemático en los estudios de absorción (en la curva de niveles plasmáticos, procesos y parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal).
- Modelos multicompartimentales, modelo bicompartmental (características, los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartmental después de una administración intravenosa rápida).
- Regímenes posológicos dosificación múltiple, administración intravenosa (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples, parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple), así como la dosificación múltiple en administración extravasal.
- Farmacocinética no lineal (NL), modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten.

- Factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética.

Sin embargo, hay dos temas que la UIA evalúa mientras que la UCR no, estas son la transformada de LaPlace y los conceptos básicos de cinética química (procesos de orden cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas), este último no entra como un tema en la UCR, pero se deduce que se podría ir evaluando con los temas de modelos farmacocinéticos. Por otro lado, la UCR tiene un tema completo de Farmacocinética Clínica que abarca la definición, objetivos, factores fisiológicos y patológicos que modifican la Farmacocinética, monitorización de fármacos en la práctica clínica, así como la organización de un servicio de Farmacocinética Clínica, caso contrario de la UIA que solamente detalla los factores mencionados.

Con base en la comparación anterior, se puede afirmar que existe mucha similitud en los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad de Costa Rica, ya que, solamente en el curso relacionado con Farmacocinética, la UCR imparte 2 temas extras y distintos denominados Farmacocinética no Compartimental o modelo independiente y Farmacocinética Clínica.

Tabla 6

Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad de Ciencias Médicas

| Elementos por evaluar | UIA | | | Ucimed | | |
|--|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|-----------|
| | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple |
| Generalidades de Biofarmacia | | | | | | |
| Cuentan con 9 horas semanales | X | | | | | X |
| Presenta curso teorico-práctico | X | | | | | X |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | X | | | | | X |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X | | | | | X |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X | | X |
| Contenido de Biofarmacia | | | |
| Enseñan la definición, importancia de Biofarmacia, la aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas. | X | | X |
| Enseñan biodisponibilidad y bioequivalencia | X | X | |
| Enseña el sistema LADME, sus factores que lo condicionan. Las diferentes formas farmacéuticas. | X | X | |
| Enseñan Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación | X | X | |
| Enseñan Vías de administración. Introducción a la Absorción. Introducción a la fase de absorción. Vías de administración de fármacos parenterales. Clasificación. Lugar y tipos de administración. | X | X | |
| Enseña absorción de fármacos, Vía de administración enteral. Explicación y conceptos. Ventajas y desventajas. Sistema gastrointestinal. Absorción por vías perlingual, bucal y rectal. | X | X | |
| Enseñan los Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal | X | | X |
| Enseña Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica. | X | | X |
| Enseña Absorción percutánea, procesos y dispositivos | X | X | |
| Enseña Distribución de fármacos | X | X | |
| Enseña Unión a proteínas | X | X | |
| Enseña Eliminación de los fármacos, Excreción renal | X | X | |
| Enseña Excreción no renal | X | X | |
| Enseña Biotransformación de fármacos en el organismo, Estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos. | X | X | |

Generalidades de Farmacocinética

| | |
|--|---|
| Cuentan con 9 horas semanales | X |
| Presenta curso teorico-práctico | X |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X |
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X |

Contenido de Farmacocinética

| | | | |
|--|---|--|---|
| Enseña Transformada de Laplace, repaso del fundamento y aplicación Introducción a la Farmacocinética | X | | X |
| Enseña los Conceptos básicos de cinética química (los procesos de orden cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas) | X | | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental. Administración intravenosa rápida. Volúmenes aparentes de distribución | X | | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: datos plasmáticos y urinarios (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en sangre) | X | | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: Ajuste de datos urinario (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en orina) | X | | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). | X | | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). (Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo) | X | | X |
| Enseña Teorías de absorción. Tratamiento matemático en los estudios de absorción (en la curva de niveles plasmáticos, los | X | | X |

| | | |
|---|---|---|
| procesos que experimenta el fármaco administrado de forma extravasal) | | |
| Enseña Tratamiento matemático en los estudios de absorción (los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal) | X | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (características) | X | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida) | X | X |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración intravenosa. (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples. parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple) | X | X |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración extravasal. | X | X |
| Enseña Farmacocinética no lineal (NL). Modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten. | X | X |
| Enseña los Factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética | X | X |

Nota. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 6, en cuanto a las generalidades la Universidad Internacional de las Américas en su plan de estudio contiene Biofarmacia y Farmacocinética en 2 cursos teoricoprácticos independientes con 6 créditos y 9 horas semanales para cada curso, divididos en 6 horas de teoría y 3 horas práctica, cuatrimestralmente. Por otro lado, en la Universidad de Ciencias Médicas enseñan en un curso y solamente teórico con 3 créditos y 6 horas semanales, divididos en 3 horas de teoría y 3 horas de trabajo independiente, semestralmente. De acuerdo con los contenidos de Biofarmacia que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción, definición e importancia de Biofarmacia.

- Biodisponibilidad y bioequivalencia.
- Sistema LADME, sus factores que lo condicionan, las diferentes formas farmacéuticas.
- Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación.
- Vías de administración (de fármacos parenterales, clasificación, lugar y tipos de administración), introducción a la fase de absorción.
- Absorción de fármacos, vía de administración enteral (conceptos, ventajas y desventajas). Sistema gastrointestinal y absorción por vías perlingual, bucal y rectal.
- Absorción percutánea, procesos y dispositivos.
- Distribución de fármacos.
- Unión a proteínas.
- Eliminación de los fármacos, excreción renal.
- Excreción no renal.
- Biotransformación de fármacos en el organismo, estimulación e inhibición del metabolismo-metabolismo de fármacos.

La UIA imparte un tema relacionado sobre factores fisiológicos de absorción gastrointestinal. Sin embargo, en el plan de contenidos de la Ucimed como se mencionó antes, imparten absorción de fármacos, por lo que se deduce que dentro de este abarcan factores fisiológicos de absorción gastrointestinal, ya que es uno de los datos indispensables para entender la funcionalidad del organismo y sería imposible no mencionarlo.

En relación con los contenidos de Biofarmacia que evalúa la UIA, existen algunos temas que la Ucimed no menciona:

- La aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas.
- Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica.

Se ha mencionado que la Ucimed sí imparte absorción de fármacos, pero en su plan de contenido detalla que dan los temas de absorción perlingual, bucal, rectal y también la percutánea.

Sin embargo, por ningún lado, incluye absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica, por esta razón, se estima que esos temas se imparten, pero, de manera incompleta en esa institución.

Por otro lado, los contenidos de Farmacocinética que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción a la Farmacocinética.
- Los conceptos básicos de cinética química (los procesos de cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas).
- Modelo monocompartimental (MAUC), administración intravenosa rápida (cálculos de parámetros farmacocinéticos con datos plasmáticos) y volúmenes aparentes de distribución; perfusión/ infusión intravenosa (características, cálculos).
- Modelos multicompartimentales, modelo bicompartimental (características, los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida).
- Regímenes posológicos dosificación múltiple, administración intravenosa (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples, parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple), así como la dosificación múltiple en administración extravasal.

Sin embargo, hay temas que la UIA evalúa mientras que la Ucimed no, estas son la transformada de LaPlace, administración intravenosa rápida (cálculos de parámetros farmacocinéticos con datos urinarios, teorías de absorción, tratamiento matemático en los estudios de absorción (los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal), Farmacocinética no lineal, modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten, tampoco los factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética.

Con base en esta comparación, se puede afirmar que existe similitud en los planes de estudio de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad de Ciencias Médicas, pero en menor grado que con la UCR, ya que, además de haber varios temas (5) que no imparte la Ucimed, esta contiene en el curso

relacionado con Farmacocinética, 2 temas extras distintos denominados Farmacocinética no Compartmental o modelo y Farmacocinética Clínica, que también imparte la UCR. Es decir, el plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la UIA, de acuerdo con el análisis se puede afirmar que está muy completo en cuanto a contenidos, pero que no estaría nada mal integrar Farmacocinética Clínica.

Tabla 7

Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad del Atlántico

| Elementos por evaluar | UIA | | | UniAtlántico | | |
|--|--------|---------------------|-----------|--------------|---------------------|-----------|
| | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple |
| Generalidades de Biofarmacia | | | | | | |
| Cuentan con 9 horas semanales | X | | | | | X |
| Presenta curso teorico-práctico | X | | | | | X |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | X | | | | | X |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X | | | | | X |
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X | | | | | X |
| Contenido de Biofarmacia | | | | | | |
| Enseñan la definición, importancia de Biofarmacia, la aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas. | X | | | | X | |
| Enseñan biodisponibilidad y bioequivalencia | X | | | X | | |
| Enseña el sistema LADME, sus factores que lo condicionan. Las diferentes formas farmacéuticas. | X | | | | X | |
| Enseñan Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación | X | | | X | | |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Enseñan Vías de administración. Introducción a la Absorción. Introducción a la fase de absorción. Vías de administración de fármacos parenterales. Clasificación. Lugar y tipos de administración. | X | | X |
| Enseña absorción de fármacos, Vía de administración enteral. Explicación y conceptos. Ventajas y desventajas. Sistema gastrointestinal. Absorción por vías perlingual, bucal y rectal. | X | | X |
| Enseñan los Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal | X | | X |
| Enseña Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica. | X | | X |
| Enseña Absorción percutánea, procesos y dispositivos | X | | X |
| Enseña Distribución de fármacos | X | X | |
| Enseña Unión a proteínas | X | | X |
| Enseña Eliminación de los fármacos, Excreción renal | X | | X |
| Enseña Excreción no renal | X | | X |
| Enseña Biotransformación de fármacos en el organismo, Estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos. | X | | X |
| Generalidades de Farmacocinética | | | |
| Cuentan con 9 horas semanales | X | | |
| Presenta curso teorico-práctico | X | | |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | | | |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X | | |
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X | | |
| Contenido de Farmacocinética | | | |
| Enseña Transformada de Laplace, repaso del fundamento y aplicación Introducción a la Farmacocinética | X | X | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Enseña los Conceptos básicos de cinética química (los procesos de orden cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas) | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental. Administración intravenosa rápida. Volúmenes aparentes de distribución | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: datos plasmáticos y urinarios (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en sangre) | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: Ajuste de datos urinario (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en orina) | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). | X | | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). (Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo) | X | | X |
| Enseña Teorías de absorción. Tratamiento matemático en los estudios de absorción (en la curva de niveles plasmáticos, los procesos que experimenta el fármaco administrado de forma extravasal) | X | X | |
| Enseña Tratamiento matemático en los estudios de absorción (los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal) | X | X | |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (características) | X | | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida) | X | | X |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración intravenosa. (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado) | X | X | |

| | | | |
|--|---|---|---|
| en dosis única y en un régimen de dosis múltiples. parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple) | | | |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración extravasal. | X | X | |
| Enseña Farmacocinética no lineal (NL). Modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten. | X | | X |
| Enseña los Factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética | X | | X |

Nota. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 7, en cuanto a las generalidades, la Universidad Internacional de las Américas en su plan de estudio contiene Biofarmacia y Farmacocinética en 2 cursos teorico-prácticos independientes con 6 créditos y 9 horas semanales para cada curso, divididos en 6 horas de teoría y 3 horas práctica, cuatrimestralmente. Por otro lado, en la Universidad del Atlántico (UniAtlántico) enseñan en un curso y solamente teórico con 2 créditos y 2 horas semanales, semestralmente. De acuerdo con los contenidos de Biofarmacia que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción, definición e importancia de Biofarmacia.
- Biodisponibilidad y bioequivalencia.
- Sistema LADME, sus factores que lo condicionan.
- Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación.
- Distribución de fármacos.

En relación con los contenidos de Biofarmacia que evalúa la UIA existen algunos temas que la UniAtlántico no menciona:

- La aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas.
- Las diferentes formas farmacéuticas.

- Vías de administración (de fármacos parenterales, clasificación, lugar y tipos de administración), introducción a la fase de absorción.
- Absorción de fármacos, vía de administración enteral (conceptos, ventajas y desventajas). Sistema gastrointestinal y absorción por vías perlingual, bucal y rectal.
- Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal.
- Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica.
- Absorción percutánea, procesos y dispositivos.
- Unión a proteínas.
- Eliminación de los fármacos, Excreción renal.
- Excreción no renal.
- Biotransformación de fármacos en el organismo, estimulación e inhibición del metabolismo-metabolismo de fármacos.

La UIA imparte un tema relacionado con el sistema LADME donde explica cada proceso en esa clase, es decir, liberación, absorción, distribución, metabolismo y eliminación, pero también los desglosa y, a la vez, profundiza en ellos a lo largo del cuatrimestre. Sin embargo, en el plan de contenidos de la UniAtlántico no se desglosan, sino que los imparte de forma más general, además enfocado en la rama de Farmacocinética (procesos cinéticos LADME), por lo que los temas relacionados no incluidos en su plan de contenidos se puede asumir que los abarcaría, aunque a criterio de expertos en la materia de pedagogía, no sería ideal o funcional, ya que sobre cargaría a las personas estudiantes. Además, la UniAtlántico imparte un tema distinto a la UIA denominado *excipientes farmacéuticos y su función*.

Por otro lado, los contenidos de Farmacocinética que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción a la Farmacocinética.
- Los conceptos básicos de cinética química (los procesos de cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas).

- Modelo monocompartimental (MAUC), administración intravenosa rápida (cálculos de parámetros farmacocinéticos con datos plasmáticos y urinarios) y volúmenes aparentes de distribución.
- Teorías de absorción, tratamiento matemático en los estudios de absorción (en la curva de niveles plasmáticos, procesos y parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal).
- Regímenes posológicos dosificación múltiple, administración intravenosa. (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples, parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple), así como la dosificación múltiple en administración extravasal.

Sin embargo, hay temas que la UIA evalúa mientras que la UniAtlántico no, estas son la transformada de LaPlace, modelo monocompartimental (MAUC), perfusión/infusión intravenosa (características, cálculos), modelos multicompartimentales, modelo bicompartimental (características, los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida), Farmacocinética no lineal, modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten, tampoco los factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética.

Con base en esta comparación, se puede afirmar que existe muy poca similitud en cuanto a los planes de estudio de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad del Atlántico, ya que en la UniAtlántico dejan muchos temas por fuera para enseñar relacionados con Biofarmacia y, a criterio de la autora, son necesarios para la formación de un profesional de calidad. Además, aunque su periodicidad es semestral, es poco tiempo para abarcar temas, tanto para la rama de Biofarmacia como la de Farmacocinética, por lo que recae en esa deficiencia. Es necesario mencionar que los contenidos relacionados para Biofarmacia y Farmacocinética no son equitativos, lo que demuestra que los temas están enfocados en la última rama.

Además de haber varios temas (6) que no imparte la UniAtlántico, tampoco es que contienen muchos temas extras distintos relacionados con Biofarmacia y Farmacocinética, solamente el tema denominado *excipientes farmacéuticos y su función*. Es decir, en cuanto al plan de estudio de los

cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la UIA, de acuerdo con el análisis se puede afirmar que está muy completo en cuanto a contenidos, esto puede deberse a que al ser impartidas en dos cursos por separado, obtienen más tiempo para dedicarles y desarrollarlas minuciosamente.

Tabla 8

Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México

| Elementos por evaluar | UIA | | | UNAM | | |
|--|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|-----------|
| | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple |
| Generalidades de Biofarmacia | | | | | | |
| Cuentan con 9 horas semanales | X | | | | | X |
| Presenta curso teorico-práctico | X | | | X | | |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | X | | | | | X |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X | | | X | | |
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X | | | | | X |
| Contenido de Biofarmacia | | | | | | |
| Enseñan la definición, importancia de Biofarmacia, la aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas. | X | | | | X | |
| Enseñan biodisponibilidad y bioequivalencia | X | | | X | | |
| Enseña el sistema LADME, sus factores que lo condicionan. Las diferentes formas farmacéuticas. | X | | | | X | |
| Enseñan Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación | X | | | X | | |
| Enseñan Vías de administración. Introducción a la Absorción. Introducción a la fase de absorción. Vías de administración de | X | | | | X | |

fármacos parenterales. Clasificación. Lugar y tipos de administración.

| | | | |
|--|---|--|---|
| Enseña absorción de fármacos, Vía de administración enteral. Explicación y conceptos. Ventajas y desventajas. Sistema gastrointestinal. Absorción por vías perlingual, bucal y rectal. | X | | X |
|--|---|--|---|

| | | | |
|---|---|--|---|
| Enseñan los Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal | X | | X |
|---|---|--|---|

| | | | |
|--|---|--|---|
| Enseña Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica. | X | | X |
|--|---|--|---|

| | | | |
|--|---|--|---|
| Enseña Absorción percutánea, procesos y dispositivos | X | | X |
|--|---|--|---|

| | | | |
|---------------------------------|---|---|--|
| Enseña Distribución de fármacos | X | X | |
|---------------------------------|---|---|--|

| | | | |
|--------------------------|---|--|---|
| Enseña Unión a proteínas | X | | X |
|--------------------------|---|--|---|

| | | | |
|---|---|---|--|
| Enseña Eliminación de los fármacos, Excreción renal | X | X | |
|---|---|---|--|

| | | | |
|---------------------------|---|---|--|
| Enseña Excreción no renal | X | X | |
|---------------------------|---|---|--|

| | | | |
|--|---|---|--|
| Enseña Biotransformación de fármacos en el organismo, Estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos. | X | X | |
|--|---|---|--|

Generalidades de Farmacocinética

| | | | |
|-------------------------------|---|--|--|
| Cuentan con 9 horas semanales | X | | |
|-------------------------------|---|--|--|

| | | | |
|---------------------------------|---|--|--|
| Presenta curso teorico-práctico | X | | |
|---------------------------------|---|--|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | | | |
|--|--|--|--|

| | | | |
|------------------------------------|---|--|--|
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X | | |
|------------------------------------|---|--|--|

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X | | |
|---------------------------------------|---|--|--|

Contenido de Farmacocinética

| | | | |
|--|---|---|--|
| Enseña Transformada de Laplace, repaso del fundamento y aplicación Introducción a la Farmacocinética | X | X | |
|--|---|---|--|

| | | | |
|--|---|---|--|
| Enseña los Conceptos básicos de cinética química (los procesos de orden cero y uno | X | X | |
|--|---|---|--|

en la cinética de reacciones sencillas y complejas)

| | | | |
|--|---|---|---|
| Enseña Modelo Monocompartimental. Administración intravenosa rápida. Volúmenes aparentes de distribución | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: datos plasmáticos y urinarios (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en sangre) | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: Ajuste de datos urinario (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en orina) | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). | X | X | |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). (Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo) | X | X | |
| Enseña Teorías de absorción. Tratamiento matemático en los estudios de absorción (en la curva de niveles plasmáticos, los procesos que experimenta el fármaco administrado de forma extravasal) | X | | X |
| Enseña Tratamiento matemático en los estudios de absorción (los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal) | X | | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (características) | X | X | |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida) | X | X | |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración intravenosa. (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis) | X | | X |

| | | |
|--|---|---|
| múltiples. parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple) | | |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración extravasal. | X | X |
| Enseña Farmacocinética no lineal (NL). Modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten. | X | X |
| Enseña los Factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética | X | X |

Nota. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 8, en cuanto a las generalidades, la Universidad Internacional de las Américas en su plan de estudio contiene Biofarmacia y Farmacocinética en 2 cursos teorico-prácticos independientes con 6 créditos y 9 horas semanales para cada curso, divididos en 6 horas de teoría y 3 horas práctica, cuatrimestralmente. Por otro lado, en la Universidad Nacional Autónoma de México enseñan en un solo curso teorico-práctico con 10 créditos y 7 horas semanales, divididos en 3 horas de teoría y 4 horas práctica semestralmente. De acuerdo con los contenidos de Biofarmacia que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción, definición e importancia de Biofarmacia.
- Biodisponibilidad y bioequivalencia.
- Sistema LADME, sus factores que lo condicionan.
- Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación.
- Introducción a la absorción de fármacos, las fases de absorción.
- Distribución de fármacos.
- Eliminación de los fármacos, excreción renal.
- Excreción no renal.
- Biotransformación de fármacos en el organismo, estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos.

En relación con los contenidos de Biofarmacia que evalúa la UIA, existen algunos temas que la UNAM no menciona:

- La aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas.
- Las diferentes formas farmacéuticas.
- Vías de administración (de fármacos parenterales, clasificación, lugar y tipos de administración).
- Vía de administración enteral (conceptos, ventajas y desventajas). Sistema gastrointestinal y absorción por vías perlingual, bucal y rectal.
- Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal.
- Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica.
- Absorción percutánea, procesos y dispositivos.
- Unión a proteínas.

La UIA imparte un tema relacionado con el sistema LADME donde explica cada proceso en esa clase, es decir, liberación, absorción, distribución, metabolismo y eliminación, pero también los desglosa y, a la vez, profundiza en ellos a lo largo del cuatrimestre. Sin embargo, en el plan de contenidos de la UNAM no lo desglosan tanto, sino que lo imparten más general, analizan la importancia de los factores que modifican la disposición de los fármacos desde los medicamentos y la forma de controlarlos mediante los temas denominados introducción al sistema LADBE, la liberación de los fármacos desde los medicamentos, factores que determinan la absorción, factores que determinan la distribución, la biotransformación de los fármacos, la excreción renal y hepática de los fármacos.

Por esto, los temas relacionados con los mencionados como no incluidos en su plan de contenidos se puede asumir que los abarca, aunque como se mencionó, no sería lo ideal o funcional, ya que sobre cargaría a las personas estudiantes. Por otro lado, los contenidos de Farmacocinética que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes:

- Introducción a la Farmacocinética.

- Los conceptos básicos de cinética química (los procesos de cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas).
- Modelo monocompartimental (MAUC), administración intravenosa rápida (cálculos de parámetros farmacocinéticos con datos plasmáticos y urinarios) y volúmenes aparentes de distribución; perfusión/infusión intravenosa (características, cálculos).
- Modelos multicompartimentales, modelo bicompartmental (características, los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartmental después de una administración intravenosa rápida).

Sin embargo, hay temas que la UIA evalúa mientras que la UNAM no. Estas son la transformada de LaPlace, regímenes posológicos, dosificación múltiple, administración extravasal, Farmacocinética no lineal, modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten, tampoco los factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética.

Con base en esta comparación, se puede afirmar que existe poca similitud en cuanto a los planes de estudio de Biofarmacia y Farmacocinética en la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ya que, en la UNAM dejan temas por fuera o no profundizan en el momento de su enseñanza y a pesar de que su periodicidad es semestral, se recae en la deficiencia de que el tiempo no es suficiente para abarcar todos los temas correspondientes a Biofarmacia y Farmacocinética. Es necesario mencionar que los contenidos relacionados para ambas ramas no son equitativos, lo que demuestra que los temas están más enfocados en la Farmacocinética, lo mismo sucede con la UniAtlántico.

Además de haber varios temas (7) que no la imparte la UNAM, esta contiene 2 temas extras y distintos a la UIA relacionados con estudio de los aspectos biofarmacéuticos de los medicamentos, denominados *aplicación de los aspectos biofarmacéuticos en la preformulación y en la formulación*, respectivamente. Es decir, el plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la UIA, de acuerdo con el análisis se puede afirmar que está muy completo en cuanto a contenidos, esto puede deberse a que, al ser impartidas en dos cursos por separado, obtienen más tiempo para dedicarle y desarrollar minuciosamente.

Tabla 9

Comparación de los planes de estudio en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Complutense de Madrid

| Elementos por evaluar | UIA | | | UCM | | |
|--|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|-----------|
| | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple | Cumple | Parcialmente cumple | No cumple |
| Generalidades de Biofarmacia | | | | | | |
| Cuentan con 9 horas semanales | X | | | - | - | - |
| Presenta curso teorico-práctico | X | | | X | | |
| Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio) | X | | | - | - | - |
| Cuenta con un mínimo de 6 créditos | X | | | X | | |
| Cuenta con periodicidad cuatrimestral | X | | | | | X |
| Contenido de Biofarmacia | | | | | | |
| Enseñan la definición, importancia de Biofarmacia, la aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas. | X | | | | X | |
| Enseñan biodisponibilidad y bioequivalencia | X | | | X | | |
| Enseña el sistema LADME, sus factores que lo condicionan. Las diferentes formas farmacéuticas. | X | | | X | | |
| Enseñan Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación | X | | | X | | |
| Enseñan Vías de administración. Introducción a la Absorción. Introducción a la fase de absorción. Vías de administración de fármacos parenterales. Clasificación. Lugar y tipos de administración. | X | | | X | | |
| Enseña absorción de fármacos, Vía de administración enteral. Explicación y conceptos. Ventajas y desventajas. Sistema | X | | | X | | |

gastrointestinal. Absorción por vías perlingual, bucal y rectal.

Enseñan los Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal X X

Enseña Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica. X X

Enseña Absorción percutánea, procesos y dispositivos X X

Enseña Distribución de fármacos X X

Enseña Unión a proteínas X X

Enseña Eliminación de los fármacos, Excreción renal X X

Enseña Excreción no renal X X

Enseña Biotransformación de fármacos en el organismo, Estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos. X X

Generalidades de Farmacocinética

Cuentan con 9 horas semanales X

Presenta curso teorico-práctico X

Cuenta con 6 horas de teoría y 3 de práctica (laboratorio)

Cuenta con un mínimo de 6 créditos X

Cuenta con periodicidad cuatrimestral X

Contenido de Farmacocinética

Enseña Transformada de Laplace, repaso del fundamento y aplicación Introducción a la Farmacocinética X X

Enseña los Conceptos básicos de cinética química (los procesos de orden cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas) X X

Enseña Modelo Monocompartimental. Administración intravenosa rápida. Volúmenes aparentes de distribución X X

| | | |
|---|---|---|
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: datos plasmáticos y urinarios (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en sangre) | X | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: Ajuste de datos urinario (Calcular los parámetros farmacocinéticos partir de fármaco en orina) | X | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). | X | X |
| Enseña Modelo Monocompartimental (MAUC), sus características. Perfusión intravenosa (Infusión). (Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo) | X | X |
| Enseña Teorías de absorción. Tratamiento matemático en los estudios de absorción (en la curva de niveles plasmáticos, los procesos que experimenta el fármaco administrado de forma extravasal) | X | X |
| Enseña Tratamiento matemático en los estudios de absorción (los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal) | X | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (características) | X | X |
| Enseña Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental (los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida) | X | X |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración intravenosa. (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples. parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple) | X | X |
| Enseña Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración extravasal. | X | X |

| | | |
|---|---|---|
| Enseña Farmacocinética no lineal (NL). Modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten. | X | X |
| Enseña los Factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética | X | X |

Nota. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 9, en cuanto a las generalidades la Universidad Internacional de las Américas en su plan de estudio contiene Biofarmacia y Farmacocinética en 2 cursos teoricoprácticos independientes con 6 créditos y 9 horas semanales para cada curso, divididos en 6 horas de teoría y 3 horas práctica, cuatrimestralmente. Por otro lado, en la Universidad Complutense de Madrid (UCM) enseñan en un curso teoricopráctico semestral, con 6 créditos.

Los datos de horas semanales no se especifican en su plan. Sin embargo, se asume que dedican muchas horas, ya que en él se encuentra una sección denominada *Horas de trabajo por actividad* y se desglosa en actividades formativas que, a la vez, se dividen en clase magistral (20 horas), clases prácticas en laboratorio (15 horas), seminarios (20 horas), aprendizaje virtual (5 horas), tutorías individuales y colectivas (10 horas), trabajo personal (75 horas) y examen (5 horas).

De acuerdo con los contenidos de Biofarmacia que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción, definición e importancia de Biofarmacia.
- Biodisponibilidad y bioequivalencia.
- Sistema LADME y los factores que lo condicionan.
- Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación.
- Vías de administración (de fármacos parenterales, clasificación, lugar y tipos de administración), introducción a la fase de absorción.
- Absorción de fármacos, vía de administración enteral (conceptos, ventajas y desventajas). Sistema gastrointestinal y absorción por vía perlingual, bucal y rectal.

- Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal.
- Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica.
- Absorción percutánea, procesos y dispositivos.
- Distribución de fármacos.
- Unión a proteínas.
- Eliminación de los fármacos, Excreción renal.
- Excreción no renal.
- Biotransformación de fármacos en el organismo, Estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos.

En relación con los contenidos de Biofarmacia que evalúa la UIA existe solamente un tema que la UCM no menciona:

- La aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas.

Por otro lado, los contenidos de Farmacocinética que cumplen en su totalidad en ambas universidades son los siguientes temas:

- Introducción a la Farmacocinética.
- Los conceptos básicos de cinética química (los procesos de cero y uno en la cinética de reacciones sencillas y complejas).
- Modelo monocompartimental (MAUC), administración intravenosa rápida (cálculos de parámetros farmacocinéticos con datos plasmáticos) y volúmenes aparentes de distribución; perfusión/infusión intravenosa (características y cálculos).
- Teorías de absorción, tratamiento matemático en los estudios de absorción (los parámetros farmacocinéticos asociados con el modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal).

- Modelos multicompartimentales, modelo bicompartimental (características, los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental después de una administración intravenosa rápida).
- Regímenes posológicos dosificación múltiple, administración intravenosa (morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples, parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple), así como la dosificación múltiple en administración extravasal.

Este último tema mencionado en la UCM en relación con los regímenes posológicos efectivamente lo imparte, pero es necesario resaltar que en su plan de estudio de Biofarmacia y Farmacocinética no especifica que lo enseñan en administración intravenosa como extravasal, sino que lo mencionan a modo general, por lo que se asume que abarcan todo. Sin embargo, hay temas que la UIA evalúa mientras que la UCM no, estos son la transformada de LaPlace, Farmacocinética no lineal, modelo monocompartimental con una cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten, tampoco los factores fisiológicos normales y patológicos que influyen en la Farmacocinética.

Con base en esta comparación, se puede afirmar que existe gran similitud en los planes de estudio de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Complutense de Madrid, ya que, además de haber pocos temas (4) que no imparte la UCM, esta contiene en el curso relacionado con Farmacocinética 2 temas extras distintos llamados Farmacocinética no Compartimental y Monitorización de fármacos (metodología, fármacos que habitualmente requieren monitorización). Es decir, el plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la UIA, de acuerdo con el análisis se puede afirmar que está muy completo en cuanto a contenidos, pero que sería ideal integrar alguno como el de monitorización.

A modo de resumen, gracias al análisis minucioso que se llevó a cabo en cuanto a la comparación de las universidades que se utilizaron como referentes se logra determinar que el plan de estudios de Biofarmacia y Farmacocinética de la Universidad Internacional de las Américas tiene gran similitud para no decir que idénticos, en relación con los contenidos para ambas ramas de los planes de la Universidad de Costa Rica y la Universidad Complutense de Madrid (mayor a

menor similitud, respectivamente). Esto demuestra que la UIA, a pesar de ser una institución con periodicidad cuatrimestral y con menor horas dedicadas, utiliza al máximo el tiempo.

Esto se traduce en que la enseñanza de Biofarmacia y Farmacocinética en la UIA es de calidad, al estar a niveles muy parecidos con la UCR y la UCM, reconocidas nacional e internacionalmente como unas de las mejores universidades del mundo. De acuerdo con todos los temas impartidos por los referentes analizados, solamente se encontraron 4 que la UIA no da, como excipientes farmacéuticos y su función, aplicación de los aspectos biofarmacéuticos en la preformulación y en la formulación, Farmacocinética Clínica y Farmacocinética no Compartimental. Sin embargo, los últimos dos temas son en los que se valoraría la posibilidad de incluirlos al plan, en cuanto a los primeros dos no es necesario incluirlos debido a que en la UIA se imparten en otros cursos (Farmacia Industrial).

Se considera necesario incluir Farmacocinética Clínica debido a que es una nueva disciplina clínica que se ha convertido en la actualidad en una de las actividades asistenciales más importantes del farmacéutico hospitalario, una habilidad cada vez más relevante para los farmacéuticos graduados, por lo que ha supuesto una reorientación de la profesión, dirigida cada vez más a la atención farmacéutica. También es importante Farmacocinética no Compartimental, su inclusión contribuiría para que los futuros profesionales salgan conociendo que existen distintos métodos y puedan llevar a cabo estimaciones de parámetros farmacocinéticos sin necesidad de disponer de un modelo específico (Hughes, Lee y Sideras, 2018; Puente, Almendros y Prada, 2008).

Es necesario resaltar que al poseer dos cursos separados pueden abarcar mayor cantidad de temas y profundizar, de esta manera, no se sobrecarga académica y psicológicamente al estudiante; como se deduce que sucede con las universidades anteriores que, aunque tengan una periodicidad semestral, son demasiados los temas que se imparten en un solo curso. Esto es contrario a la Ucimed, UNAM y UniAtlántico que imparten menor cantidad de temas o más generalizados, es decir, sin profundizar, por lo que abarcan la mayor cantidad de temas. En relación con el tema, Rodríguez, Vidrio y Campos (2008) comparten el mismo criterio de no saturar a las personas estudiantes con contenidos y mencionan lo siguiente:

Forzados por la generación de nuevos conocimientos y medicamentos, los docentes se dedican periódicamente a la tarea de actualizar el contenido los programas

académicos y, en consecuencia, a elaborar documentos cada vez más extensos y complejos y, así mismo, cada vez más alejados de los objetivos básicos de nuestra asignatura en educación médica a nivel de licenciatura (p. 465).

Ante ese tipo de programas, el docente tiene la obligación de transmitir en poco tiempo o más bien en tiempo récord un gran caudal de información; hecho que lo conduce a preocuparse más por el relato de esa información, que por los aspectos formativos inherentes a una educación universitaria ante esas circunstancias. El alumno se limita a recibir la información, sin llevar a cabo ningún análisis sobre los fundamentos ni cuestionar los procesos que lo condujeron a ese conjunto de conocimientos, únicamente debe aceptar ese cúmulo de información para después aplicar con éxito en los exámenes, pero lamentablemente las estadísticas dicen lo contrario, culmina con bajas calificaciones o, peor todavía, reprobado.

Todas las universidades en análisis (UCR, Ucimed, UniAtlántico, UNAM y UCM) en relación con la UIA concuerdan en sus planes de estudio del curso de Biofarmacia y Farmacocinética temas ligados a Biofarmacia como Introducción, definición e importancia de Biofarmacia, biodisponibilidad y bioequivalencia, sistema LADME y los factores que lo condicionan, liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación, así como en Farmacocinética los temas de introducción de ella, conceptos básicos de cinética química, modelo monocompartimental (MAUC), administración intravenosa, parámetros farmacocinéticos y regímenes posológicos. Por lo tanto, se demuestra que estos son indispensables para la enseñanza de la carrera de Farmacia.

Además, según Jung (2013) en vista de la importancia que la Biofarmacia y Farmacocinética tiene en el ámbito farmacéutico, es necesario contar con programas de educación en los que se incorporen temas como propiedades fisicoquímicas del fármaco, los factores que influyen en la liberación del fármaco, de la forma farmacéutica, la velocidad de disolución del fármaco en el sitio de absorción, la absorción sistémica del fármaco, biodisponibilidad/bioequivalencia, así como Farmacocinética básica y clínica. Esto permitiría fortalecer los procesos de formación de las personas estudiantes y, a la vez, introducir al país en niveles competitivos internacionales con logros notables en el área de la comercialización de nuevos fármacos generados en el país, respondiendo a las exigencias del desarrollo nacional.

Otero y Álvarez (2010) mencionan que para una actualización y adaptación de la materia Biofarmacia y Farmacocinética es necesario que contengan los siguientes temas, introducción a la Farmacocinética, modelos compartimentales y modelos fisiológicos, farmacocinética de dosis múltiples, establecimiento de pautas posológicas, farmacocinética no lineal, cronofarmacocinética, variabilidad farmacocinética, biodisponibilidad y bioequivalencia, diseños experimentales en los estudios farmacocinéticos, concepto, evolución histórica y relación con la Tecnología Farmacéutica, procesos básicos (liberación, absorción, distribución y eliminación de fármacos), liberación y biodisponibilidad de fármacos (correlaciones *in vivo-in vitro*) y vías de administración de medicamentos.

Con base en lo anterior, los planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la UIA están muy bien estructurados con los temas idóneos para una enseñanza de calidad en la carrera de Farmacia. Esto se determinó debido a la gran similitud que tienen con la UCR y la UCM, resulta de gran orgullo porque estas universidades son reconocidas nacional e internacionalmente como unas de las mejores del mundo. Por ejemplo, la UCR que se ubica en el tercer lugar entre las diez mejores universidades de Centroamérica, el Caribe y México según el QS Ranking, mientras que la UCM ha logrado situarse entre las 300 universidades del mundo en el Ranking Académico de Universidades del Mundo 2019 (ARWU por sus siglas en inglés), conocido como el *ranking* de Shanghái.

Es necesario resaltar que, aunque solamente la UIA posee los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética por separado, esta y las demás universidades (UCR, Ucimed, UniAtlántico, UNAM y UCM) cumple con el principio de asequibilidad. Como lo explican Dueñas *et al.* (2021), este criterio se basa en la estructuración y reordenamiento de los contenidos a partir de conocimientos previos, además de la introducción gradual de los contenidos a partir de lo simple y concreto hacia lo complejo y abstracto, pues el carácter ascendente de la complejidad de la actividad constituye un sustento básico en la organización de la actividad. Esto se determinó mediante el análisis en temas generales porque no se puede asegurar la enseñanza de subtemas, ya que en algunos de los planes no se detallaban.

En cuanto a las universidades referentes, se determinó que cumplen con el principio de asequibilidad por el orden de *asignatura* en sus planes de estudio de Biofarmacia y Farmacocinética, es decir, la UCR, Ucimed, UniAtlántico, UNAM y UCM imparten primero temas

relacionados con Biofarmacia y después con Farmacocinética, ya que, como Talevi *et al.* (2016) definen:

La Biofarmacia se ocupa de estudiar todas las interacciones entre el principio activo vehiculizado en la forma farmacéutica y el sistema biológico al cual ésta se administra, con el objeto de optimizar el resultado terapéutico en términos de seguridad y eficacia. La Farmacocinética, por su parte, analiza qué le ocurre al principio desde el momento en que ingresa al organismo (esto es, desde que se absorbe) hasta que es eliminado (p. 4).

Es decir, el objetivo de la Biofarmacia es la entrada del medicamento en el organismo y el de la Farmacocinética es el de su seguimiento en este, por lo que sería incoherente enseñar de forma contraria y, aunque no se encontraron artículos que respalden la enseñanza primero de Biofarmacia y después de Farmacocinética, se interpreta, de esta manera, a toda cabalidad.

Otro punto a favor con respecto a los planes de estudio de la UIA de estos cursos es que son teorico-prácticos al igual que la UCR, UNAM y UCM, contrario a las otras universidades en estudio (Ucimed y UniAtlántico). Esto la hace destacar por encima de ellas, ya que los cursos solo teóricos se basan casi exclusivamente en la exposición del profesor, quien es el protagonista de la actividad y transmite sus conocimientos a las personas estudiantes. Estas últimas, a la vez, desempeñan generalmente un papel receptivo y pasivo, mientras que en los cursos teóricos y prácticos las personas estudiantes tienen un contacto directo donde se hacen aplicaciones de los principios teóricos ya conocidos, comprobaciones, aclaraciones.

Con base en lo anterior, Montero (2018) menciona que la supremacía de la teoría sobre la práctica se pone de manifiesto en la dicotomía teoría y práctica, teóricos (investigadores, formadores) y prácticos (profesores). Los primeros constituyen conocimiento y de los segundos se espera que lo apliquen en sus aulas como también en el ejercicio profesional. Agrega que, en el territorio de los prácticos, no importa quién haya conceptualizado qué ni desde dónde y con cuáles propósitos o bajo cuáles contextos de aplicación lo ha pensado útil y relevante, más bien se trata de *probar y contrastar*, lo que se ofrece desde la teoría. Por lo tanto, la UIA tiene garantizado que el estudiante aplique sus conocimientos gracias a su diseño curricular.

Resultados del objetivo n.º 3

En cuanto al tercer objetivo, se presenta una propuesta de plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Gracias al análisis minucioso llevado a cabo mediante revisión bibliográfica y sistemática en artículos, planes de estudios en la línea de Biofarmacia y Farmacocinética, tanto del nivel nacional como internacional para esta investigación, se determinó que los planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la UIA están muy bien estructurados, ordenados y con los temas idóneos para una enseñanza con sello de calidad en la carrera de Farmacia. Como se mencionó (Otero y Álvarez, 2010; Dueñas *et al.*, 2021), resalta la importancia de cumplir con el principio de asequibilidad en el momento de diseño curricular y, por ende, se considera necesario desarrollar un bloque inicial de temas con los que se introduzca al alumno, de manera general, en los procesos de LADME antes de abordar los contenidos puramente farmacocinéticos; método que se aplica en la UIA.

Es decir, en la UIA primero imparten el curso de Biofarmacia y después el de Farmacocinética y, aunque las universidades en análisis poseen un solo curso en donde se imparten temas de ambas ramas, de igual manera, empiezan su enseñanza con temas correspondientes a Biofarmacia y, posteriormente, los de Farmacocinética. En vista de que mantiene su estructura y organización de las materias, solamente se identificó la necesidad de incluir algunos temas con la finalidad de actualizar de acuerdo con las necesidades reales de la población, ya que, las ciencias farmacéuticas representan un campo avanzado y altamente dinámico, por lo que esto contribuiría con el desarrollo profesional, a la docencia y a la investigación.

En la disciplina de la Biofarmacia no se encontró la necesidad de integrar muchos temas al plan de estudio de la UIA, ya que, en comparación con la mayoría de las universidades referentes analizadas, contiene incluso hasta más temas, por la razón de ser un curso exclusivo de Biofarmacia. Por lo tanto, solamente se propone interacción de fármacos, ya que fue el de mayor relevancia para este curso, que no contenía la UIA a diferencia de las otras universidades (UCR, Ucimed, UniAtlántico, UNAM y UCM).

Con respecto a la disciplina de Farmacocinética, se propone eliminar de los contenidos la transformada de Laplace, ya que, aunque abre una amplia gama de posibilidades para el estudio, comprensión y desarrollo de diferentes ciencias. Esta es una técnica matemática de ecuaciones diferenciales que se ven en el curso de cálculo, con la diferencia de que se usa en un modelo matemático que permitirá establecer la absorción de una droga en un órgano en un medio líquido, por lo que muchas universidades brindan el curso de cálculo/matemática aplicada a las diferentes ciencias que la requieren.

Alaniz, May, Baracco y Simunovich (2010) y Martínez (2001) mencionan que las diferentes asignaturas de Matemática en las carreras químicas se estudian con el propósito de poder utilizarlas o aplicarlas en materias posteriores y que la motivación con aplicaciones verdaderas originadas en problemas reales es un elemento fundamental para un mayor entendimiento e interés por estos temas. Este es el caso de la transformada de Laplace que sería aplicada en el curso de Farmacocinética. De esta manera, el plan de estudio de Farmacocinética de la UIA impartiría otros contenidos fundamentales para la formación de profesionales, por ejemplo, Farmacocinética Clínica, Farmacocinética no Compartimental y Cronofarmacocinética.

Por lo tanto, dentro de la propuesta se pretende agregar esos temas debido a que no se encontraron en el plan de estudios de Farmacocinética de la UIA, contrario a los referentes (UCR, Uci-med y UCM). No obstante, como mencionan García *et al.* (2019), refiriéndose a la Farmacocinética Clínica, esta ha experimentado cambios en las últimas décadas donde ha abierto camino en el ámbito clínico como una nueva disciplina y se ofrece un marco todavía más racional al uso de los medicamentos enfocado en los aspectos del tratamiento que permiten optimizar el manejo de los fármacos y los aspectos relacionados con la eficacia y a la seguridad (p. 149).

Es importante incorporar este tema porque como afirman Hughes *et al.* (2018) y Puente *et al.* (2008) es una nueva disciplina clínica que se ha convertido en una de las actividades asistenciales más importantes del farmacéutico hospitalario, una habilidad cada vez más importante para los farmacéuticos graduados, por lo que ha supuesto una reorientación de la profesión farmacéutica dirigida cada vez más a la atención farmacéutica. Sin embargo, la falta de preparación o peor todavía la falta de seguimiento y de interpretación por profesionales con formación en Farmacocinética Clínica podría producir errores en la toma de decisiones en cuanto a la monitorización de fármacos.

Además, se propone agregar Cronofarmacocinética al plan de estudios de Farmacocinética de la UIA, ya que estudia las variaciones a lo largo de tiempo en los procesos de la serie ADME, de forma que los parámetros como el tiempo en que se alcanza la concentración plasmática máxima ($T_{m\acute{a}x}$) o la vida media del fármaco ($t_{1/2}$) cambia según el momento de su administración. Esto es especialmente importante en aquellos fármacos de estrecho margen terapéutico y gran variabilidad intraindividual como la digoxina, ácido valproico, teofilina, litio o carbamazepina (San Román, 2019).

Esto es importante para la formación profesional, porque de acuerdo con Chawla y Chawla (2012) es una herramienta de éxito en manos de los farmacéuticos, ya que si se explora juiciosamente puede ayudar a mejorar el monitoreo de los medicamentos terapéuticos, lo que reduce los efectos secundarios y proporciona una mejor atención al paciente. Finalmente, se propone anexar Farmacocinética no Compartmental con la intención de que los futuros profesionales salgan con el conocimiento de que existen distintos métodos, así como el llevar a cabo estimaciones de parámetros farmacocinéticos sin necesidad de disponer de un modelo específico.

Pérez (2013) resalta que las limitaciones de los métodos compartimentales como la complejidad de los métodos matemáticos o la imposibilidad de identificar adecuadamente un modelo debido al bajo número de observaciones experimentales, ha llevado al uso de este tipo de análisis farmacocinético. Es decir, se puede complementar con estos análisis farmacocinéticos en caso de no estar seguros si se trata de un mono o bicompartimental, ya que asume que todos los procesos de distribución se pueden describir mediante cinética de orden 1 y con eliminación desde compartimento plasmático.

A continuación, se presenta la propuesta de los planes de estudios, tanto para Biofarmacia como para Farmacocinética de la Universidad Internacional de las Américas:

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

| | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Carrera: Farmacia | Grado académico: Licenciatura |
| Nombre del curso: Biofarmacia | Horas semanales: 9 |
| Código del curso: F-102 | Horas teóricas: 6 |
| Tipo de curso: Teórico-Práctico | Horas prácticas: 3 |

| | |
|-------------|--|
| Créditos: 6 | |
|-------------|--|

Descripción del curso:

Este curso contribuye con la formación y desarrollo profesional de los futuros farmacéuticos, ya que les permite adquirir conocimientos necesarios e indispensables para entender y describir el curso de los fármacos en el organismo una vez que se administran por diferentes vías y formas farmacéuticas, así como la optimización e individualización de las pautas posológicas, estos conocimientos se podrán ampliar y complementar con la materia de Farmacocinética.

Objetivo general

Adquirir los conocimientos, habilidades y destrezas para la comprensión del comportamiento del medicamento en el organismo al administrarse por diferentes vías, así como la resolución de problemas biofarmacéuticos.

Objetivos específicos

- Conocer el concepto e importancia de los estudios de Biofarmacia y los ámbitos de desarrollo.
- Explicar los conceptos biodisponibilidad y bioequivalencia de un fármaco.
- Conocer los mecanismos de transporte y absorción de sustancias a través de las membranas biológicas y sintéticas.
- Describir cada uno de los procesos que siguen los fármacos, desde su ingreso al organismo hasta su eliminación.

Competencias del curso**Competencia teórica**

Describir los procesos LADME en el organismo y cómo cada uno puede afectar la biodisponibilidad de los fármacos administrados por las diferentes vías.

Competencia práctica

Analizar cada uno de los casos que se pueden presentar durante los procesos de liberación, absorción, de tal forma que se evalúe como se relacionan con la biodisponibilidad de los principios activos.

Competencia de investigación

Seleccionar las técnicas e instrumentos pertinentes para el diseño e implementación de la metodología de investigación mediante la evaluación de los objetivos del estudio, lo que permite el análisis crítico de los resultados y la elaboración de conclusiones, recomendaciones y propuestas a partir de estos.

Contenidos**1. Aspectos generales de Biofarmacia.**

1.1. Definición e importancia de la Biofarmacia, en aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas.

2. Biodisponibilidad y bioequivalencia.

-
- 2.1. Concepto, importancia, términos relacionados con el tema (equivalente farmacéutico, equivalente terapéutico, entre otros).
 - 2.2. Objetivos de los estudios de biodisponibilidad.
 - 2.3. Factores que afectan la biodisponibilidad y bioequivalencia.
 - 2.4. Parámetros para evaluar la biodisponibilidad en magnitud y velocidad.
 - 2.5. Tipos de estudios que se utilizaron para demostrar equivalencia terapéutica (*in vitro*, *in vivo*)

3. Sistema LADME

- 3.1. Definición y factores que lo condicionan

4. Formas farmacéuticas.

- 4.1. Diferentes formas farmacéuticas existente en el mercado

5. Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas de dosificación.

- 5.1. Disgregación o desintegración.
- 5.2. Disolución: Aspectos teóricos, factores fisicoquímicos que afectan la velocidad de disolución (pH y pKa).
- 5.3. Difusión.
- 5.4. Generalidades sobre el Sistema de Clasificación Biofarmacéutica (SCB).
- 5.5. Excipientes farmacéuticos y su función

6. Absorción de fármacos

- 6.1. Aspectos generales: Estructura y composición de membranas, mecanismos de absorción (filtración simple, difusión pasiva, transporte activo, difusión facilitada, pares iónicos y pinocitosis).
- 6.2. Vías de administración.
 - 6.2.1. Vía parenteral: Clasificación, lugar y tipos de administración.
 - 6.2.2. Vía enteral: Conceptos, ventajas y desventajas.
- 6.3. Absorción gastrointestinal: Anatomofisiología del tracto gastrointestinal, consideraciones fisicoquímicas en el proceso de absorción, factores fisicoquímicos y fisiológicos que lo afectan, proceso de disolución como factor limitante de la absorción gastrointestinal; absorción por otras vías (perlingual, bucal, rectal, pulmonar, nasal, ótica y oftálmica).
- 6.4. Absorción percutánea: Generalidades, procesos, técnicas de estudio y dispositivos que existen

7. Distribución de fármacos.

- 7.1. Generalidades: Definición, composición líquida del cuerpo, procesos y factores que modifican la distribución

8. Unión a proteínas.

- 8.1. Composición proteica (albúmina y otras proteínas plasmáticas importantes).
- 8.2. Factores que influyen en la unión de los fármacos a las proteínas plasmáticas que puede afectar la biodisponibilidad de los fármacos

9. Eliminación de los fármacos.

- 9.1. Metabolismo/biotransformación de fármacos: Generalidades y vías de eliminación, sitios de biotransformación, fases del metabolismo (reacción fase I y II), inducción e inhibición del metabolismo, tipos de metabolitos y factores que modifican el metabolismo.
 - 9.2. Excreción renal: Anatomofisiología del riñón, mecanismos de excreción renal, factores fisiopatológicos que modifican la excreción renal e implicaciones terapéuticas.
-

9.3. Excreción no renal: Excreción biliar, mecanismos y factores condicionantes, ciclo entero hepático, excreción salival, pulmonar, mamaria y otras vías secundarias de excreción e implicaciones terapéuticas

10. Interacciones con otros fármacos.

10.1. Interacciones de fármacos en el tracto gastrointestinal.

10.2. Interacciones de fármacos durante su metabolismo

Metodología

En el curso de Biofarmacia se promoverá el uso del método constructivista para fomentar en las personas estudiantes el aprendizaje de los contenidos del curso, favorecer el desarrollo de habilidades de liderazgo comunicación, trabajo en equipo y capacidad investigativa mediante el uso de las siguientes técnicas:

- Exposición del profesor(a).
- Exposiciones del estudiantado.
- Sesiones de laboratorio y sus reportes.
- Investigaciones grupales

Recursos didácticos

- Equipo de multimedia, libros de texto, revistas, aula y laboratorios.

Evaluación

Clases teóricas: Mapas conceptuales (mentales), evaluaciones cortas y tareas, evaluaciones, análisis de caso e infografías

Clase práctica (Laboratorio): Desempeño durante la sesión, reportes, evaluaciones cortas e investigación.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Carrera: Farmacia | Grado académico: Licenciatura |
| Nombre del curso: Farmacocinética | Horas semanales: 9 |
| Código del curso: F-110 | Horas teóricas: 6 |
| Tipo de curso: Teórico-Práctico | Horas prácticas: 3 |
| Créditos: 6 | |

Descripción del curso:

Este curso contribuye con la formación y desarrollo profesional de los futuros farmacéuticos, ya que les permite adquirir conocimientos necesarios para entender los conceptos y objetivos de la Farmacocinética. Además, permite conocer, comprender las características y aplicar los parámetros farmacocinéticos de los modelos mono y multicompartimentales (lineal), no lineal, tratamiento matemático en los estudios de absorción, regímenes posológicos, Farmacocinética no Compartimental, Farmacocinética Clínica (factores fisiológicos y patológicos que influyen) y Cronofarmacocinética.

Objetivo general

Adquirir los conocimientos, habilidades y destrezas para que las personas estudiantes se familiaricen con los estudios farmacocinéticos de una droga en la evolución de su efectividad terapéutica, así como que comprendan los principales modelos que se utilizaron en la distribución y cinética de esta en los fármacos.

Objetivos específicos

- Conocer el concepto e importancia de Farmacocinética.
- Comprender los modelos farmacocinéticos lineales mono y multicompartimentales.
- Calcular los parámetros farmacocinéticos a partir de concentraciones que alcanza el fármaco en diferentes fluidos biológicos.
- Comprender las teorías de absorción de fármacos y su tratamiento matemático.
- Dominar factores involucrados en regímenes posológicos de un fármaco.
- Entender e identificar el comportamiento cinético no lineal de algunos fármacos y sus implicaciones terapéuticas.
- Aplicar el modelo no compartimental al cálculo de parámetros farmacocinéticos.
- Entender los objetivos e importancia de la individualización posológica u optimización de los tratamientos farmacológicos en la práctica asistencial de Farmacocinética Clínica.
- Conocer la importancia de Cronofarmacología, así como las características cronofarmacocinéticas en la modulación circadiana de las concentraciones de fármacos

Competencias del curso

Competencia teórica

Describir la evolución temporal del medicamento en el organismo de acuerdo con su vía de administración y modelo farmacocinético al que se ajuste.

Competencia práctica

Diseñar el tratamiento de la información de niveles de fármaco en sangre y orina como una función del tiempo para el cálculo de parámetros farmacocinéticos.

Competencia de investigación

Seleccionar las técnicas e instrumentos pertinentes para el diseño e implementación de la metodología de investigación mediante la evaluación de los objetivos del estudio, lo que permite el análisis crítico de los resultados y la elaboración de conclusiones, recomendaciones y propuestas a partir de estos.

Contenidos

1. Aspectos generales de Farmacocinética

- 1.1. Definición e introducción a la Farmacocinética.
- 1.2. Simbología por utilizar.
- 1.3. Factores fisiológicos que influyen en la Farmacocinética de los fármacos

2. Conceptos básicos de cinética química

- 2.1. Procesos de orden cero y uno en cinética de reacciones sencillas y complejas
-

3. Modelos farmacocinéticos

3.1. Modelo monocompartimental.

3.1.1. Modelo abierto de un compartimiento (MAUC): Definición, características y supuestos que se utilizaron para establecer el modelo. Descripción farmacocinética según MAUC de los procesos de absorción y distribución de fármacos (datos plasmáticos y urinarios), obtención de ecuaciones y parámetros farmacocinéticos a partir de datos plasmáticos y urinarios después de la administración por vía intravenosa (bolo e infusión intravenosa) y vía extravasal.

3.1.2. Teorías de absorción, tratamiento matemático en los estudios de absorción.

3.1.3. Modelo multicompartimental.

3.1.3.1. Modelo bicompartmental: Definición, características y supuestos que se utilizaron para establecer el modelo, obtención de ecuaciones y parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartmental después de una administración intravenosa rápida.

4. Regímenes posológicos

4.1. Morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en una dosis y en un régimen de dosis múltiple.

4.2. Cálculo de parámetros farmacocinéticos asociados con la dosis múltiple (administración intravenosa y extravasal)

5. Farmacocinética no Lineal

5.1. Generalidades (características, causas e identificación de la cinética no lineal).

5.2. Metabolismo de capacidad limitada (ecuación de Michaelis-Menten, cálculo de $V_{máx}$ y K_m , cinética no lineal a nivel de absorción, distribución y excreción).

5.3. Cinética de disposición tiempo-dependiente

6. Farmacocinética no Compartimental

6.1. Aspectos generales-parámetros farmacocinéticos, concepto de Farmacocinética no Compartimental.

6.2. Modelos farmacocinéticos.

6.3. Inconvenientes Farmacocinética Compartimental.

6.4. Tiempo medio de permanencia del fármaco en el organismo (MRT) y tratamiento de datos (intravasculares y extravasculares)

7. Farmacocinética Clínica.

7.1. Definición y objetivos.

7.2. Factores fisiológicos y patológicos que modifican la Farmacocinética.

7.3. Monitorización de los niveles plasmáticos de fármacos: Requisitos que debe cumplir los fármacos para monitorizarse, pacientes en los que se recomienda la monitorización, motivos principales para medir la C_p de un fármaco, metodología de la monitorización, causas de alteración de la relación entre concentración plasmática y respuesta terapéutica, beneficios de la monitorización, resolución de casos clínicos.

7.4. Servicios de Farmacocinética y Toxicocinética Clínica.

7.5. Organización de un Servicio de Farmacocinética Clínica: Recursos materiales y humanos, funciones del farmacéutico.

8. Cronofarmacocinética.

8.1. Concepto e importancia de cronofarmacología y cronofarmacocinética.

8.2. Características cronofarmacocinéticas de los fármacos (digoxina, carbamazepina, teofilina, litio, ácido valproico, entre otros).

8.3. Patologías susceptibles de la aplicación de la cronoterapia (obesidad, diabetes e hipertensión arterial).

8.4. Pautas posológicas de los fármacos adecuadas a los ritmos biológicos

Metodología

En el curso de Farmacocinética se promoverá el uso del método constructivista para fomentar en las personas estudiantes el aprendizaje de los contenidos del curso, favorecer el desarrollo de habilidades de liderazgo, comunicación, trabajo en equipo y capacidad investigativa mediante el uso de las siguientes técnicas:

- Exposición del profesor(a).
- Exposiciones del estudiantado.
- Sesiones de laboratorio y sus reportes.
- Investigaciones grupales

Recursos didácticos

Equipo de multimedia, libros de texto, revistas, aula, laboratorios

Evaluación

Clases teóricas: mapas conceptuales, evaluaciones cortas y tareas, evaluaciones, análisis de caso

Clase práctica (laboratorio): Desempeño durante la sesión, reportes, evaluaciones cortas e investigación

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Mediante esta investigación sobre la propuesta de un cambio del plan de estudio en los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas en los meses de mayo-noviembre 2021, según el objetivo n.º 1, se concluye:

- Se demostró que el perfil actual del egresado en la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas concuerda con los criterios que debe contener, en especial, los de coherencia, consistencia y pertinencia.
- Se encontró que no hay mucha claridad en cuanto al criterio de formulación de las competencias dentro de la definición del perfil actual de egresado en la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.
- Además, se evidenció la necesidad de unos pequeños ajustes en el perfil actual de egresado en la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, en cuanto a la claridad de la formulación de competencias (conocimientos, habilidades, entre otros) y nuevas áreas de desempeño.

En el objetivo n.º 2 se concluye:

- Se determinó que, de todas las universidades analizadas, tanto los referentes académicos nacionales (la Universidad de Costa Rica y la Universidad de Ciencias Médicas), así como los referentes internacionales (Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma de México y la Universidad Complutense de Madrid) solamente la Universidad Internacional de las Américas imparte los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética por separado (son independientes).
- Además, se encontró que solamente la Universidad Internacional de las Américas tiene una periodicidad cuatrimestral, no semestral como las demás.

- Se evidenció que los contenidos del plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Universidad Internacional de las Américas tienen gran similitud con la Universidad de Costa Rica y la Universidad Complutense de Madrid.
- Asimismo, se determinó que las universidades con poca similitud en los contenidos del plan de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en relación con la Universidad Internacional de las Américas son la Universidad de Ciencias Médicas, la Universidad Nacional Autónoma de México y, por último, la Universidad del Atlántico, respectivamente.
- Se estableció que los principales temas o contenidos del plan de estudio del curso de Biofarmacia impartidos por todas las universidades analizadas son introducción, definición e importancia de Biofarmacia, biodisponibilidad y bioequivalencia, sistema LADME y los factores que lo condicionan y liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación.
- Por otro lado, se encontró que los principales temas o contenidos del plan de estudio de los cursos de Farmacocinética impartidos por todas las universidades analizadas son introducción, conceptos básicos de cinética química, modelo monocompartimental (MAUC), administración intravenosa, parámetros farmacocinéticos y regímenes posológicos.
- Se identificó que la Universidad Internacional de las Américas no imparte en el plan de estudio del curso de Biofarmacia los siguientes temas o contenidos excipientes farmacéuticos y su función, aplicación de los aspectos biofarmacéuticos en la preformulación y en la formulación.
- Además, se evidenció que la Universidad Internacional de las Américas no imparte entre su plan de estudio del curso de Farmacocinética los siguientes temas o contenidos, Farmacocinética Clínica y Farmacocinética no compartimental.

En el objetivo n.º 3 se concluye que:

- Se constató la necesidad de la integración del tema interacción de fármacos en el plan de estudio de Biofarmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

- Con respecto al plan de estudio del curso de Farmacocinética de la Universidad Internacional de las Américas, se propuso la extracción del tema de la transformada de Laplace.
- Además, se considera ineludible la integración de los temas de Farmacocinética Clínica, Farmacocinética no compartimental y Cronofarmacocinética al plan de estudio del curso de Farmacocinética de la Universidad Internacional de las Américas.

En cuanto al objetivo general:

- Se estableció que con estos pequeños cambios en el perfil de egresado y propuesta de temas y contenidos, se logró un plan de estudio adecuado y actualizado en los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, ya que el que se analizó era bastante completo.

Recomendaciones

En el presente trabajo de investigación con respecto a un cambio del plan de estudio en los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas se recomienda:

- A la Universidad Internacional de las Américas, llevar a cabo revisiones periódicas del perfil de egresado, con el fin de estar actualizado con la necesidad social y demanda laboral.
- A la Universidad Internacional de las Américas, que actualice cada cierto tiempo los programas de estudio, especialmente los de Biofarmacia y Farmacocinética, con el propósito de obtener mejor formación y competitividad de los profesionales.
- A la Facultad de Farmacia de la UIA, mantener los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética independientes, de lo contrario, podría bajar la calidad de enseñanza y aprendizaje.
- A las instituciones de educación superior que brinden capacitaciones periódicas a las personas docentes, especialmente a los que imparten los cursos de Biofarmacia y

Farmacocinética, para que se mantengan actualizados y su enseñanza sea de excelente calidad.

REFERENCIAS

- Acosta, K. L. y Jordan, K. E. (2019). *Estudio de pertinencia de la carrera de enfermería de la Universidad de Guayaquil* (Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas, Carrera de Enfermería). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/47803>
- Adanero, C. (2016). *Miguel Martínez de Leache*. Albarelo.
https://www.researchgate.net/publication/294560737_Miguel_Martinez_de_Leache
- Arias, F.; Lizano, C.; Montoya, W.; Quesada, M. y Rocha, M. (2014). *Diseño de un modelo de educación continua para tutores clínicos externos de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Costa Rica*. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/14967>
- Arias, L. (2015). *Evaluación de la coherencia, pertinencia y consistencia de una propuesta curricular para el ciclo inicial, a la luz de referentes internacionales, nacionales, distritales y el PEI del Colegio Fernando Mazuera Villegas*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56230>
- Avendaño, W. y Parada, A. (2013). El currículo en la sociedad del conocimiento. *Educación y Educadores*, 16(1), 159-174.
- Badilla, B. (2006). Atención Farmacéutica, transversalidad en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Costa Rica. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 47(3), 313-320.
- Badilla, B.; Montero, N.; Mora, A.; Quesada, Y.; Castro, G. y Monge, M. (2018). Contribución al desarrollo de la educación farmacéutica costarricense: Perfil Académico Profesional de la persona farmacéutica asistencial. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(3).
<https://doi.org/10.15517/aie.v18i3.34421>
- Barahona, A. I. H. (1999). Opinión de algunos docentes universitarios sobre los criterios de valoración académica para la acreditación de carreras o programas de las instituciones de educación superior. *Revista Educación*, 23(2), 113-130.
<https://doi.org/10.15517/revedu.v23i2.24881>

- Bazante, G. (2006). Breve historia del currículo y la formación de maestros en Colombia. *Praxis Pedagógica*, 6(7), 6-21. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.6.7.2006.6-21>
- Bobadilla, S. y Palacios, L. (2016). *Relaciones de los docentes de Ciencias Naturales con las políticas educativas: Narrativas en la Institución Educativa Distrital Leonardo Posada Pedraza, localidad Bosa*. Repositorio Institucional de la Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/328>
- Bolívar, A. (1999). El curriculum como un ámbito de estudio. En Escudero J., editor, *Diseño, desarrollo e innovación del curriculum*. Síntesis.
- Calvo, Z. (2003). *Perfil académico profesional del Bachiller en Bibliotecología y Ciencias de la Información de la Universidad de Costa Rica*. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/363>
- Camelo, G. (2012). *Evaluación curricular de la carrera de Farmacia en la facultad de ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, a partir de la perspectiva del egresado*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10614>
- Castañeda, A. y Dell'Acqua, E. (2012). *Implementación de un Manual de Inducción dirigido a los estudiantes que realizan su EDC Hospitalario de la carrera de Química Farmacéutica en el área de Nutrición Parenteral*. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/library/index.php?title=3542&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@autor=GAITAN%20IZAGUIRRE,%20ELEONORA%20@mode=&recnum=56>
- Castellana, C. (2015). *Oficina de farmacia*. Ediciones Paraninfo, S. A. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pr7-CAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA63&dq=oficina+de+farmacia&ots=E9Ppycohqj&sig=c-7CMEH6lavwf0Osqinp6gWuVYc#v=onepage&q=oficina%20de%20farmacia&f=false>
- Chavarría, S. (2020). *Implementación de un modelo farmacocinético de administración extravasal en dosis múltiples como metodología de aprendizaje en el curso de*

Farmacocinética de la Universidad Internacional de las Américas en el primer cuatrimestre del 2020. UIA.

Chawla, V. y Chawla, P. (2012). Chronopharmacokinetics: An Overview. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4, 43-45.

Chen, E. y Salas, S. (2019). Referentes curriculares para la toma de decisiones en materia de planes de estudio de educación superior. *Revista Electrónica Educare*, 23(3), 1-31.
<https://doi.org/10.15359/ree.23-3.7>

Chiarlone, Q. y Mallaina, C. (1865). *Historia de la farmacia*. Imp. José M. Ducazal.

Cox, A. (2002). *Evolución histórica de las oportunidades académicas en la educación superior de Costa Rica, 1824-2001*.

https://kimuk.conare.ac.cr/Record/RCONARE_91be983ddb0a95f67608ecd6c0720e85

Cruz, C. y Olivares, S. (2014). *Metodología de la investigación*.

https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/39410?fs_q=fuentes__de__informaci%C3%B3n__en__metodolog%C3%ADa__de__la__investigaci%C3%B3n&prev=fs

Cunha, I. I. L. N. da. (2019). *Study and analysis of pharmacy education for a patient-centered practice*. Universidad de Granada. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=221484>

De Miguel, M. (2004). *Adaptación de los planes de estudio al proceso de Convergencia Europea*. Universidad de Oviedo.

Delgado, L. (2016). Universidad e Investigación. *Revista Estomatológica Herediana*, 26(2), 61-62.

Díaz, F.; Lule, M.; Pacheco, D.; Saad, E. y Rojas, S. (2012). *Metodología de diseño curricular para Educación Superior*. Trillas.

Dirección General de Servicio Civil. (2021). *Clases y Especialidades de Carrera Administrativa*.
http://www.dgsc.go.cr/ts_clases/dgsc_servicios_clases.html

Doménech, J.; Martínez, J. y Péraire, C. (2013). *Tratado general de Biofarmacia y*

Farmacocinética: LADME. Análisis farmacocinético. Biodisponibilidad y bioequivalencia. Síntesis.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias.

Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 6(2), 109-120.

Dueñas, Y.; Ramos, A.; Barrios, B.; Ramírez, A. del R.; Cisneros, Y. y Hernández, M. (2021).

Propuesta metodológica con enfoque interdisciplinar para la enseñanza aprendizaje del contenido teoría del receptor farmacológico en la carrera de medicina. *MediSur*, 19(1), 18-26.

Echeverri, J. (2015). La investigación al servicio de la Docencia en las facultades de Medicina para el desarrollo del aprendizaje autónomo y formación de profesionales reflexivos.

Revista Med, 23(1), 56-69.

Enciso, M. y Roa, R. (2015). *Referente epistemológico en el énfasis de investigación sobre el conocimiento profesional del profesor, a propósito de la didáctica como disciplina*. Biografía, 905-916. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia905.916>

Fagiolino, P. (2017). *Farmacocinética y Biofarmacia*.

Fernández, A. (2020). *Manual de inducción de facultad de Farmacia*.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi48Nuxp4D0AhWAQzABHXbuDWAQFnoECAUQAQ&url=http%3A%2F%2Ffarmacia.ucr.ac.cr%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2020-02%2FManual%2520Inducci%25C3%25B3n_Facultad%2520de%2520Farmacia%2520020.pdf&usg=AOvVaw38jolfujX5sSJSwDr3Dc56

Fernández, B.; Espín, J. C. y Oliva, D. B. (2017). El diseño curricular de cursos en Educación Médica. *Educación Médica Superior*, 31(2), 0-0.

Fernández, E. (2008). Universidad y desarrollo: La enseñanza de la Farmacocinética. *Revista Cubana de Farmacia*, 42(2).

- Flores, W. (2017). Experiencia de construcción de referentes curriculares con incorporación tecnológica para la formación del profesorado de América Latina y el Caribe. *Revista Universitaria del Caribe*, 18(1), 23-33.
- Fumero, P. (2013). *El centenario de la Facultad de Farmacia (1897-1997)*.
https://kimuk.conare.ac.cr/Record/PUCR_458cdaeea53d755bf0b017e4369c62fd
- García, A.; Jaramillo, L.; Brito, Y.; Jiménez, L.; Zayas, M. y González, N. (2019). Orientaciones metodológicas para la impartición del tema Farmacocinética en tercer año de Medicina. *Edumecentro*, 11(1), 146-159.
- García, C. y Treviño, A. (2020). Las competencias universitarias y el perfil de egreso. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 8(1)
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2308-01322020000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Garita, G.; Villalobos, J.; Cordero, C. y Cabrera, S. (2021). Referentes internacionales para el rediseño de un plan de estudios: Competencias para una carrera en Informática. *Revista Uniciencia*, 35(1), 169-189. <https://doi.org/10.15359/ru.35-1.11>
- Gennaro, A. (2003). *Remington Farmacia*. Ed. Médica Panamericana.
- González, G. (1945). Algunos datos sobre Historia de la Farmacia y la medicina en Costa Rica. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 63-72.
- González, M. (2020). *UIA amplía oportunidades de sus graduados para posicionarse en mercado laboral*. <https://www.larepublica.net/noticia/uia-amplia-oportunidades-de-sus-graduados-para-posicionarse-en-mercado-laboral>
- González, R.; Barquero, M. y González, M. (1996). Educación farmacéutica en Costa Rica: Historia y avances. *Fármacos*, 85-93.
- Goñi, J.; Alsina, C.; Ávila, D.; Burgués, C.; Comellas, J.; Corbalán, F.; García, M.; Hahn, C. y Serra, J. (2000). *El curriculum de matemáticas en los inicios del siglo XXI*. Grao.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fYK0-fg8z->

sC&oi=fnd&pg=PA13&dq=+Ma%C3%B1ana++ser%C3%A1++otro++d%C3%ADa:++un++reto++matem%C3%A1tico++llamado++futuro&ots=MhDLPZyK-U.&sig=YsYy31zCKlcBqAWRCqjM6TSvCO8#v=onepage&q=Ma%C3%B1ana%20%20ser%C3%A1%20%20otro%20%20d%C3%ADa%3A%20%20un%20%20reto%20%20matem%C3%A1tico%20%20llamado%20%20futuro&f=false

- Hamui, A. Ponce, M. Varela, M. y García, J. (2011). *La técnica de grupos focales en la definición del perfil profesional del médico cirujano*. *Atención Familiar*, 18(1), 9-14.
- Hernández, O. y Dolores, C. (2007). *El estado actual del curriculum matemático escolar [Contribución a Actas de Congreso]*. Red Cimates. <http://redcimates.org/test/>
- Hughes, G.; Lee, R. y Sideras, V. (2018). Design and Delivery of Clinical Pharmacokinetics in Colleges and Schools of Pharmacy. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 82(9). <https://doi.org/10.5688/ajpe6430>
- Hurtado, R. J. V. (2006). La profesión farmacéutica en la Costa Rica liberal: Entre el apoyo estatal, el mercado y la clausura corporativista, 1854-1907. *Anuario IEHS: Instituto de Estudios histórico-sociales*, 21, 421-440.
- Ianfrancesco, G. (2003). *Nuevos fundamentos para la transformación curricular: A propósito de los estándares*. Coop. Editorial Magisterio.
- Icarte, G. A. y Labate, H. A. (2016). Metodología para la Revisión y Actualización de un Diseño Curricular de una Carrera Universitaria Incorporando Conceptos de Aprendizaje Basado en Competencias. *Formación universitaria*, 9(2), 03-16. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000200002>
- Jácame, A. (2003). *Historia de los medicamentos*. Academia Nal. de Medicina.
- Jacobi, J. (2016). Farmacéuticos clínicos: profesionales esenciales del equipo de atención clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(5), 578-584. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.09.004>
- Jover, A. y García, M. (2003). *Manual de Auxiliar de Farmac*. MAD-Eduforma.

- Jung, H. (2013). La Biofarmacia en México: Un breve análisis del pasado y presente. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(2), 5-6.
- López, A. Losada, M. Maqueira, G. y Contreras, A. (2014). Modelo de innovación curricular en educación física para la satisfacción de necesidades educativas en los estudiantes. *Revista Acción*, 10(20).
http://accion.uccfd.cu/public/journals/2/accionhtml/issues/Vol_10_No_20/08_modelo_innovacion_curricular.html
- Mar, C.; Barbosa, A. y Molar, J. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Márquez, R. y Marveya, M. (2019). Configuración económica de la industria farmacéutica. *Actualidad Contable Faces*, 22(38), 61-100.
- Martínez, L. (2015). *Evaluación del perfil de egreso: Primer paso para la reformulación del curriculum*. Instituto de Investigaciones en Educación de la Universidad Veracruzana.
<https://cdigital.uv.mx/>
- Martínez, V. (2001). Enseñanza de matemáticas en carreras químicas desde un enfoque aplicado y motivador. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 45, 43-52.
- Méndez, C. y Gonzalo, C. (2018). *Evolución histórica de las oportunidades académicas en la educación superior de Costa Rica, 1824-2016*. Conare, OPES.
<https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/2532>
- Miralles, E.; Taureaux, N.; Fernández, J.; Pernas, M.; Sierra, S. y Diego, J. (2015). Cronología de los mapas curriculares en la carrera de Medicina. *Educación Médica Superior*, 29(1), 93-107.
- Montero, J. (2002). *Una visión humanística de la farmacia española en la segunda mitad del siglo XX*. Universidad de Sevilla. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=121175>
- Montero, L. (2018). Relaciones entre teoría y práctica en la formación inicial. Percepciones de formadores y estudiantes del Grado de Maestro en Educación primaria. *Educatio Siglo*

XXI, 36(2), 303-330. <https://doi.org/10.6018/j/333061>

Mora, A. y Herrera, M. (1998). *Lineamientos para elaborar el perfil académico profesional*.

Morón, F. y Levy, M. (2002). *Farmacología General*. Ciencias Médicas.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiH_eiGvbfzAhX4SzABHY74CBYQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.enfermeriaaps.com%2Fportal%2Fdownload%2FFARMACOLOGIA%2FFarmacologia%2520General.pdf&usg=AOvVaw2Yv3xl8SQ5HfykaiM7o7Y3

Navas, M. E. A. (2019). *La historia de la farmacia en cien citas*.

Nogales, L. (2018). *An epic history of pharmacy: Pharmacy in the Ancient World*. Ediciones Universidad de Salamanca. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/55902>

Organización Panamericana de la Salud, Conferencia Panamericana de Educación Farmacéutica.

(2016). *Propuesta de Plan Básico de Educación Farmacéutica y Competencias del Farmacéutico para la práctica profesional*.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjVw7SFl4D0AhVNSTABHd5mDMkQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Firis.paho.org%2Fhandle%2F10665.2%2F49137&usg=AOvVaw32c1s9tZ1y7-Et5yokGnXx>

Ortiz, A. (2014). *Currículo y Didáctica*. Ediciones de la U.

Otero, F. y Álvarez, C. (2010). Adaptación de la materia Biofarmacia y Farmacocinética al EEES en el nuevo grado de Farmacia de la Universidad de Santiago de Compostela. *Ars pharmaceutica*, 51(Extra-1), 498-504.

Patrón, R. y Cisneros, E. (2013). Requerimientos de las pymes para la formación de contadores profesionales en el contexto actual. *Educade: Revista de educación en contabilidad, finanzas y administración de empresas*, 4, 97-110.

Pérez, A. B. (2013). *Estudio farmacocinético del elomotecan*.

<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/53213>

- Pinar, W. (2016). *La teoría del curriculum*. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/46217>
- Pinto, J.; Castaño, C. y Arbeláez, J. (2001). Modelo para la creación de un portal en internet que les facilite a los laboratorios farmacéuticos la promoción médica a través del uso de medios virtuales. *Estudios Gerenciales*, 17(80), 35-82.
- Puente, V.; Almendros, R. y Prada, J. (2008). Situación actual de la Farmacocinética Clínica en la red de hospitales públicos de Castilla y León. *Farmacia Hospitalaria*, 32(2), 133-134. [https://doi.org/10.1016/S1130-6343\(08\)72830-7](https://doi.org/10.1016/S1130-6343(08)72830-7)
- Quintana, J. L. F.; Quinde, M. C. P.; Espinoza, M. N.; Ríos, M. N. y Paredes, R. I. (2018). El diseño curricular, una herramienta para el logro educativo/Curriculum design, a tool for educational achievement. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 75-86. <https://doi.org/10.15198/seeci.2018.45.75-86>
- Rey, M. (2001). Bioequivalencia, biodisponibilidad y EFG. Algunas consideraciones. *Farmacia Profesional*, 15(10), 88-93.
- Rojas, A. (2014). Aportes de la sociología al estudio de la educación (Autores clásicos). *Revista Educación*, 33-58. <https://doi.org/10.15517/revedu.v38i1.14376>
- Roldán, L. (2011). *Elementos para evaluar planes de estudio en la educación superior*. 29(1), 111-123.
- Saavedra, D.; Armentero, Y. y Morales, Z. (2013). Aplicación web para estudios farmacocinéticos, versión 2.0. *Revista Cubana de Informática Médica*, 5(2), 118-131.
- Sandí, J. y Cruz, M. (2016). Propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje para innovar la educación superior. *InterSedes*, 17(36), 153-189. <https://doi.org/10.15517/isucr.v17i36.27100>
- Sanz, T.; González, M.; Hernández, A. y Hernández, H. (2003). *Curriculum y formación profesional*. Departamento de Ediciones e Imprenta ISPJAE-CUJAE. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd1/cgi-bin/library.cgi?e=d-11000-00---off-0cu%2FcuZz-020--00-1----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-01--11-es-Zz-1---20-about---00-3-1-00-0->


-4----0-0-01-00-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL1.2&d=D4487.2

- Segura, A. (2008). ¿La Docencia y la investigación son aspectos complementarios? *Investigaciones Andina*, 10(17), 46-57.
- Silva, L. (2016). *Aseguramiento de la calidad del perfil de egreso en las carreras de pedagogía de la Universidad Adventista de Chile*. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/29394>
- Sinaes. (2021). *Beneficios*. <https://www.sinaes.ac.cr/index.php/beneficios-left>
- Sorzano, C. O. S. (2015). *A signal processing approach to pharmacokinetics, pharmacodynamics and biopharmaceutics data analysis*. Universidad CEU. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=180983>
- Talevi, A.; Quiroga, P. y Ruiz, M. E. (2016). *Procesos biofarmacéuticos: Su relación con el diseño de formas farmacéuticas y el éxito de la farmacoterapia*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/51907>
- TEC. (2000). *Manual para el diseño de Planes de Estudio y actualizaciones Curriculares*. <https://www.tec.ac.cr/reglamentos/manual-diseno-planos-estudio-actualizaciones-curriculares>
- Toro, S. (2019). *Conceptualización de currí-culo: Su evolución histórica y su relación con las teorí-as y enfoques curriculares en la dinámica educativa*. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/576>
- Torres, M. (2019). *Propuesta de inclusión del curriculum académico de farmacología veterinaria en el plan de estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas: Licenciatura de Farmacia*. UIA.
- Tünnermann, C. (2011). *La educación superior frente a los desafíos contemporáneos*. 1-31. <http://repositorio.uca.edu.ni/867/>
- Universidad Complutense de Madrid. (2021). *Portal de Transparencia*. <https://www.ucm.es/portaldetransparencia/informacion-general-de-la-ucm>

- Universidad de Ciencias Médicas. (2021). *Memorias Ucimed*.
<https://jadecr.com/librosdigitales/Ucimed/>
- Universidad de Costa Rica. (2021). *Acerca de la U*. <https://www.ucr.ac.cr/acerca-u/>
- Universidad del Atlántico. (2021). *La Universidad: Información general-Nuestra Universidad*.
<https://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/informacion-ua>
- Universidad Internacional de las Américas. (2021). *Carrera de Farmacia en Costa Rica, Plan de estudio Universidad UIA*. <https://uia.ac.cr/oferta-academica/grados/licenciatura/licenciatura-farmacia>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). *Acerca de la UNAM*.
<https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam>
- Velázquez, Y. y Nava, A. (2005). Factores que afectan la absorción de los medicamentos en niños. *Revista Mexicana de Pediatría*, 72(3), 148-153.
- Vergara, H. (2011). *Fármacos, salud y vida: Las armas y metas de la farmacia*.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121456>
- Vicedo, A. (2014). Factores que impulsan los cambios curriculares. *Educación Médica Superior*, 28(2), 187-189.
- Vila, D. (2011). Las concepciones de curriculum y su importancia en la elaboración de un doctorado curricular en estomatología. *Revista Cubana de Estomatología*, 48(3), 301-314.
- Zabalza, M. Á. (2016). *Competencias docentes del profesorado universitario: Calidad y desarrollo profesional*. Narcea Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/45984>

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Enseñan Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación | | | | | | | | | | | | | |
| Enseñan Vías de administración introducción a la Absorción. Introducción a la fase de absorción. Vías de administración de fármacos parenterales. Clasificación. Lugar y tipos de administración. | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña absorción de fármacos, Vía de administración enteral. Explicación y conceptos. Ventajas y desventajas. Sistema gastrointestinal. Absorción por vías perlingual, bucal y rectal. | | | | | | | | | | | | | |
| Enseñan los Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña Absorción por vía pulmonar, nasal, ótica y oftálmica. | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña Absorción percutánea, procesos y dispositivos | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña Distribución de fármacos | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña Unión a proteínas | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña Eliminación de los fármacos, Excreción renal | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña Excreción no renal | | | | | | | | | | | | | |
| Enseña Biotransformación de fármacos en el organismo, Estimulación e inhibición del metabolismo-Metabolismo de fármacos. | | | | | | | | | | | | | |
| Generalidades de Farmacocinética | | | | | | | | | | | | | |

Apéndice B. Planes de estudio del curso de Biofarmacia en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas


| | | | | |
|---|---|--|----------------------|--------------|
|  | | UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS Formulario para el Establecimiento de los Programas Cuatrimestrales de Curso | | Código |
| Elaborado por: Asesora Curricular | Aprobado por: Vicerrector de Gestión de Calidad. | Fecha Emisión: | Fecha de Aprobación: | Versión 1 |

| | |
|--|---|
| Carrera: Farmacia | Grado académico: Licenciatura |
| Nombre del curso: Biofarmacia | Período: 2Q-2021 |
| Código del curso: F-102 | Horas semanales: 9 |
| Tipo de curso: Virtual Teórico-Práctico | Horas estudio independiente: 9 |
| Créditos: 6 | Requisitos o correquisitos: Q-020, F-052, F-060, F-085 |

| TABLA DE ADECUACIÓN VIRTUAL | | | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|---|--|---|
| SEMANA | CONTENIDOS | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | METODOLOGÍA | MATERIAL DIGITAL | TÉCNICA DE EVALUACIÓN | FORMA DE ACOMPAÑAMIENTO |
| 1 | Entrega de programa. Introducción al curso. Orientaciones generales sobre el apoyo virtual del curso de biofarmacia Biofarmacia | Que el estudiante tenga claro la forma como se va a desarrollar este cuatrimestre | Presentación sincrónica del comienzo del curso (quedara grabada en la plataforma) | Video con la presentación de bienvenida Presentación de power point | Rubrica de mapa mental Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 2 | Biofarmacia. Definición. Importancia de la Biofarmacia, en la aparición de nuevos principios activos y el desarrollo de nuevas formas farmacéuticas. | Aprender la importancia de los estudios de biofarmacia y los ámbitos de desarrollo | Revisión del material de power point con clases sincrónicas y asincrónicas Lecturas del libro de texto Confección de un mapa mental Preguntas en el foro | Capítulo del libro de texto Presentación de power point | Rubrica de mapa mental Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 3 | Biodisponibilidad y bioequivalencia | Distinguir entre un estudio de biodisponibilidad y otro de Bioequivalencia y aprender cómo se debe hacer cada uno | Revisión del material de power point con clases sincrónicas y asincrónicas Resolución de un análisis de casos proporcionado por el profesor y que será presentado la siguiente clase Preguntas en el foro | Capítulo del libro de texto Presentación de power point Artículos sobre ambos temas | Rubrica de análisis de casos Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 4 | Sistema LADME. Definición. Factores que condicionan al sistema LADME. Formas farmacéuticas: Conocer las diferentes formas farmacéuticas | Deben poder identificar cada uno de los procesos de liberación, absorción, distribución, metabolismo y eliminación y diferencias las formas farmacéuticas que existen en el mercado | Revisión del material de power point con clases sincrónicas y asincrónicas Lecturas del libro de texto Presentación de la actividad que se inició con un mapa mental y un análisis de casos Preguntas en el foro | Capítulo del libro de texto Guía de cómo hacer el resumen dirigido Presentación de power point | Rubrica de presentación del análisis de casos y del mapa mental Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 5 | Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas de dosificación | Los estudiantes deben tener claro los factores que afectan la liberación de un fármaco y como esto me puede afectar la biodisponibilidad | Revisión del material de power point Lecturas del libro de texto Confección de un mapa mental sobre este tema Preguntas en el foro | Capítulo 12,13 y 14 del libro de texto (viejo) Guía de cómo hacer el resumen dirigido Presentación de power point | Rubrica de mapa mental Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |

| | | | | | | |
|----|---|---|---|--|---|---|
| 6 | Vías de administración introducción a la Absorción. Introducción a la fase de absorción. Vías de administración de fármacos parenterales. Clasificación. Lugar y tipos de administración. | Conocer los tipos de membranas que existen para que se lleven a cabo los diferentes procesos de absorción y cuáles son las vías de administración parenteral | Lectura del capítulo 4 y 5 de libro de texto Inicio de la confección de un mapa conceptual Búsqueda de fotos, imágenes o dibujos alusivos a estos capítulos | Capítulo 4 y 5 del libro de texto Presentación de power point | Preguntas en el foro Evaluación de conocimiento (Temas de semana 1 a la 5) Se realizara en los laboratorios horarios a programar | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 7 | Absorción de fármacos Vía de administración enteral. Explicación y conceptos. Ventajas y desventajas. Sistema gastrointestinal. Absorción por vías perlingual, bucal y rectal. | Los estudiantes deben recordar la anatomía del tracto gastrointestinal y comprender los diferentes tipos de absorción que se dan a nivel de la cavidad bucal y rectal | Revisión del material de power point Lecturas del libro de texto Preguntas en el foro | Capítulo 15 y 16 del libro de texto Presentación de power point | Rubrica de mapa mental de los temas de semana 7 y 8 Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 8 | Factores fisiológicos de absorción gastrointestinal. | Identificar cuáles son los factores fisiológicos que me pueden afectar la absorción y la biodisponibilidad de un principio activo | Lectura del capítulo 8 y 9 de libro de texto Guía de resúmenes dirigidos Confección de un diario de doble entrada Búsqueda de fotos, imágenes o dibujos alusivos a estos capítulos | Capítulo 8 y 9 del libro de texto Presentación de power point | Rubrica de análisis de casos de estos temas Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 9 | Absorción por vías pulmonar, nasal, ótica y oftálmica. | Que puedan identificar y diferenciar los procesos de absorción pulmonar, nasa, ótica y oftálmico | Revisión del material de power point Confección de una presentación por parte de los estudiantes Lecturas del libro de texto Preguntas en el foro | Capítulo 5 y 6 del libro de texto Guía de cómo hacer el resumen dirigido Presentación de power point | Rubrica de presentación del análisis de casos y del mapa mental Rubrica de presentaciones de power point de los estudiantes Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 10 | Absorción percutánea, procesos y dispositivos | Comprender la absorción por vía percutánea y los dispositivos que existen para este fin | Lectura del capítulo 4 de libro de texto Confección de una presentación por parte de los estudiantes. Búsqueda de fotos, imágenes o dibujos alusivos a estos capítulos | Capítulo 4 del libro de texto Guía de cómo hacer el resumen dirigido Presentación de power point | Rubrica de presentaciones de power point de los estudiantes Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 11 | Distribución de fármacos | Entender los procesos de distribución de los fármacos. | Revisión del material de power point Lecturas del libro de texto Desarrollo de los problemas de distribución Preguntas en el foro | Capítulo 3 del libro de texto Presentación de power point | Rubrica de mapa mental de los temas de semana 11 y 12 Evaluación de conocimientos (Temas de semana 6 a la 10) Se realizara en los laboratorios horarios a programar | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 12 | Unión a proteínas | Entender los procesos de unión a proteínas y como estos me puede afectar la biodisponibilidad de los fármacos | Revisión del material de power point Lecturas del libro de texto | Capítulo 3 y del libro de texto. Presentación de power point | Rubrica de análisis de casos de los temas de semana 11 y 12 Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |
| 13 | Eliminación de los fármacos Excreción renal | Visualizar la correcta eliminación de los fármacos por vía renal | Lectura del capítulo 5 del libro de texto Mapa conceptual de este capítulo | Capítulo 5 del libro de texto Presentación de power point | Rubrica de análisis de casos Preguntas en el foro y tareas | Foro Correo Electrónico WhatsApp Videoconferencia Zoom |

Apéndice C. Planes de estudio del curso de Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas

| | | | | |
|---|---|--|----------------------|---------------------|
|  | | UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMERICAS Formulario para el Establecimiento de los Programas Cuatrimestrales de Curso | | Código |
| Elaborado por: Asesora Curricular | Aprobado por: Vicerrector de Gestión de Calidad. | Fecha Emisión: | Fecha de Aprobación: | Versión 1 |

| | |
|--|--|
| Carrera: Licenciatura en Farmacia | Grado académico: Licenciatura |
| Nombre del curso: Farmacocinética | Período: IQ-2021 |
| Código del curso: F-110 | Horas semanales: 9 |
| Tipo de curso: Virtual | Horas estudio independiente: 9 |
| Créditos: 6 | Requisitos o correquisitos: F-102 |

TABLA DE ADECUACIÓN VIRTUAL

| SEMANA | CONTENIDOS | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | METODOLOGÍA | MATERIAL DIGITAL | TÉCNICA DE EVALUACIÓN | FORMA DE ACOMPAÑAMIENTO |
|--|--|--|---|--|---------------------------------------|---|
| R E P O S I C I Ó N | Transformada de Laplace, repaso del fundamento y aplicación Introducción a la farmacocinética. | Resolver ecuaciones de velocidad a través de la transformada de Laplace | Resolución de problemas aplicando la transformada de Laplace | Presentación audiovisual | Tarea | <ul style="list-style-type: none"> Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual Mensajería a través de la plataforma virtual Videoconferencia de ser necesario |
| 2 | Conceptos básicos de cinética química. | Identificar los procesos de orden cero y uno en las cinética de reacciones sencillas y complejas | Resolución de problemas relacionados con cinéticas de orden o y uno | Presentación audiovisual | Tarea | <ul style="list-style-type: none"> Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual Mensajería a través de la plataforma virtual Videoconferencia de ser necesario |
| 3 | Modelo Monocompartimental. Administración intravenosa rápida. Volúmenes aparentes de distribución. | Conocer las características del modelo monocompartimental | Revisión de literatura y resumen de conceptos | <ul style="list-style-type: none"> Presentación audiovisual Lectura de libro Biofarmacia y Farmacocinética de Doménech, Martínez y Plá | Tarea y Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual Mensajería a través de la plataforma virtual Videoconferencia de ser necesario |
| 4 | Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: datos plasmáticos y urinarios. | Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados al modelo monocompartimental, a partir de fármaco en sangre | Trabajo colaborativo para la resolución de ejercicios | <ul style="list-style-type: none"> Presentación audiovisual Lectura de libro Applied Biopharmaceutics and Pharmacokinetics de Shargel | Evaluación y Rúbrica Análisis de Caso | <ul style="list-style-type: none"> Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual Mensajería a través de la plataforma virtual Videoconferencia de ser necesario |
| 5 | Modelo Monocompartimental (MAUC). Administración intravenosa rápida: Ajuste de datos urinarios | Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados al modelo monocompartimental, a partir de fármaco en orina | Trabajo colaborativo para la resolución de ejercicios sobre tratamiento de datos en orina | <ul style="list-style-type: none"> Presentación audiovisual Lectura de libro Biofarmacia y Farmacocinética de Doménech, Martínez y Plá | Evaluación y Rúbrica Análisis de Caso | <ul style="list-style-type: none"> Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual Mensajería a través de la plataforma virtual Videoconferencia de ser necesario |

| | | | | | | |
|----|--|--|---|--|------------------------------|---|
| 6 | Modelo Monocompartimental (MAUC). Perfusión intravenosa (Infusión). | Conocer las características del modelo monocompartimental para fármaco administrado mediante infusión | Revisión de literatura y resumen de conceptos | <ul style="list-style-type: none"> • Presentación audiovisual • Lectura de libro Biofarmacia y Farmacocinética de Doménech, Martínez y Plá | Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |
| 7 | Modelo Monocompartimental (MAUC). Perfusión intravenosa (Infusión). | Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados al modelo monocompartimental para fármaco administrado mediante infusión | Resolución de problemas sobre fármacos administrados mediante infusión intravenosa | Presentación audiovisual | Tarea y Análisis de Caso | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |
| 8 | Teorías de absorción Tratamiento matemático en los estudios de absorción. | Identificar en la curva de niveles plasmáticos, los procesos que experimenta el fármaco administrado de forma extravasal | Construcción de mapa mental para relacionar la forma de la curva de niveles plasmáticos con el cálculo de los parámetros farmacocinéticos | <ul style="list-style-type: none"> • Presentación audiovisual • Lectura de libro Biofarmacia y Farmacocinética de Doménech, Martínez y Plá | Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |
| 9 | Tratamiento matemático en los estudios de absorción. | Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados al modelo monocompartimental para fármaco administrado de forma extravasal | Trabajo colaborativo para la resolución de ejercicios sobre absorción de fármacos | Presentación audiovisual | Rúbrica Análisis de Caso | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |
| 10 | Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental. | Identificar las características del modelo bicompartimental | Revisión de literatura Discusión de conceptos a través de foro sobre los fármacos de distribución medible | <ul style="list-style-type: none"> • Presentación audiovisual • Lectura de libro Biofarmacia y Farmacocinética de Doménech, Martínez y Plá | Rúbrica Análisis de Caso | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |
| 11 | Modelos multicompartimentales: El modelo bicompartimental. | Calcular los parámetros farmacocinéticos del modelo bicompartimental luego de una administración intravenosa rápida | Solución de problemas sobre fármacos de distribución medible | <ul style="list-style-type: none"> • Presentación audiovisual • Lectura de libro Applied Biopharmaceutics and Pharmacokinetics de Shargel | Rúbrica Análisis de Caso | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |
| 12 | Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración intravenosa. | Distinguir entre la morfología de la curva de niveles plasmáticos de fármaco administrado en dosis única y en un régimen de dosis múltiples. Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados a la dosis múltiple | Revisión de literatura, diseño y exposición de un mapa conceptual | <ul style="list-style-type: none"> • Presentación audiovisual • Lectura de libro Biofarmacia y Farmacocinética de Doménech, Martínez y Plá | Tarea | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |
| 13 | Regímenes posológicos: Dosificación múltiple, administración extravasal. | Calcular los parámetros farmacocinéticos asociados a la administración en dosis múltiples extravasales | Revisión de literatura, diseño y exposición de un mapa conceptual | <ul style="list-style-type: none"> • Presentación audiovisual • Lectura de libro Biofarmacia y Farmacocinética de Doménech, Martínez y Plá | Mapa Conceptual y exposición | <ul style="list-style-type: none"> • Asincrónico, mediante foro a través de la plataforma virtual • Mensajería a través de la plataforma virtual • Videoconferencia de ser necesario |

Apéndice D. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad de Costa Rica



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

FACULTAD DE FARMACIA
Departamento de Farmacia Industrial

PROPUESTA PROGRAMÁTICA FA –0338 BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA

| | |
|-----------------------------------|--|
| Ciclo | II-2017 |
| Número de créditos | 4créditos |
| Horas Teoría semanal | 5 horas |
| Horas Laboratorio semanal | 4 horas |
| Horario del curso de teoría | K 9-11:50/ V 8-9:50 |
| Horario de grupos de laboratorios | 051 L 13-16:50 052 L 17-21:50 053 K 13-16:50 054 K 17-21:50 055 M 13-16:50 056 J 17-21:50 |
| Requisitos | FA-0336 o FA-03041 |
| Correquisitos | MF-1000 |
| Uso de entorno virtual | Bajo virtual |

CONTENIDOS

| Tema | Contenidos |
|--|---|
| Introducción al curso | <ol style="list-style-type: none"> Entrega del programa y motivación. Aspectos generales de biofarmacia y farmacocinética. |
| Tema 1. Liberación de fármacos a partir de las diferentes formas farmacéuticas. | <ol style="list-style-type: none"> Disgregación o desintegración. Disolución: <ul style="list-style-type: none"> Aspectos teóricos. Disolución como factor limitante de la absorción gastrointestinal. Factores fisicoquímicos que afectan la velocidad de disolución: pH y pKa. Ecuación de Noyes-Whitney. Ejemplos prácticos. Difusión. Generalidades sobre el Sistema de Clasificación Biofarmacéutica (SCB) |
| Tema 2. Absorción de fármacos. | <ol style="list-style-type: none"> Aspectos generales: <ul style="list-style-type: none"> Estructura y composición de las membranas. Mecanismos de absorción. Mecanismos de absorción: filtración simple, difusión pasiva transporte activo, difusión facilitada, pares iónicos y pinocitosis Absorción gastrointestinal: <ul style="list-style-type: none"> Anatomofisiología del tracto gastrointestinal. Consideraciones fisicoquímicas en el proceso de absorción Factores fisicoquímicos y fisiológicos que afectan la absorción gastrointestinal. El proceso de disolución como factor limitante de la absorción gastrointestinal Métodos para determinar la absorción de fármacos. Ejemplos prácticos Absorción por otras vías Absorción percutánea: <ul style="list-style-type: none"> Generalidades. Técnicas de estudio. Dispositivos transdérmicos. |

| | |
|---|---|
| <p>Tema 3. Biodisponibilidad y equivalencia terapéutica de medicamentos (Se revisarán los contenidos en los talleres)</p> | <p>3.1 Definir el término biodisponibilidad. biodisponibilidad absoluta y relativa 3.2 Factores que afectan la biodisponibilidad 3.3 Términos relacionados con el tema (equivalente farmacéutico, bioequivalencia, equivalente terapéutico, alternativa farmacéutica, sustitución genérica, entre otros) 3.4 Objetivos de los estudios de biodisponibilidad 3.5 Tipos de estudios utilizados para demostrar equivalencia terapéutica</p> |
| | <p>3.5.1 <i>In vitro</i> (perfiles de disolución): cinética de disolución y parámetros de disolución. Sistema de clasificación biofarmacéutica. 3.5.2 <i>In vivo</i>: tipos de estudios, diseño y otros aspectos relacionados (Bioequivalencia). 3.5.2.1 Criterios de selección de los fármacos que requieren demostrar equivalencia a través de un estudio <i>in vivo</i> 3.5.2.2 Principales parámetros farmacocinéticos utilizados en los estudios de biodisponibilidad y bioequivalencia 3.5.2.3 Metodología de los estudios de bioequivalencia 3.5.2.4 Aspectos a considerar en un protocolo de biodisponibilidad o de bioequivalencia 3.5.2.5 Metodología analítica 3.5.2.6 Tratamiento farmacocinético y parámetros a comparar 3.5.2.7 Diseños utilizados en los estudios de biodisponibilidad y bioequivalencia 3.5.3 Equivalencia terapéutica de medicamentos biotecnológicos (Biosimilitud).</p> |
| <p>Tema 4. Distribución de fármacos.</p> | <p>4.1 Generalidades: composición líquida del cuerpo, aspectos fisiológicos 4.2 Concepto de volumen de distribución y su determinación. Ejemplos prácticos. 4.3 Aplicación del concepto de volumen de distribución en el cálculo de dosis de carga y concentración plasmática en estado estacionario. 4.4 Unión a proteínas. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Composición proteica. Albúmina y otras proteínas plasmáticas importantes ▪ Factores que influyen en la unión de los fármacos a las proteínas plasmáticas. ▪ Efecto de la unión a proteínas sobre el volumen de distribución. ▪ Ejemplos prácticos. 4.5 Paso de fármacos al Sistema Nervioso Central (SNC). Generalidades 4.6 Paso de fármacos a través de la barrera placentaria. Generalidades.</p> |
| <p>Tema 5.</p> | <p>5.1 Definición y aspectos generales</p> |

| Tema | Contenidos |
|---|--|
| Caracterización farmacocinética monocompartimental y bicompartimental de los procesos de absorción y distribución de fármacos (bolo intravenoso e infusión intravenosa). | <p>5.2 Simbología a utilizar.</p> <p>5.3 Factores fisiológicos que influyen en la farmacocinética de los fármacos.</p> <p>5.4 Tipos de modelos y características de cada uno de ellos</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Definición y utilidad de los modelos b. Modelos farmacocinéticos <ul style="list-style-type: none"> • Modelos compartimentales: mamilares, catenarios • Modelo no compartimental • Modelos fisiológicos de flujo o de perfusión c. Función de los modelos farmacocinéticos <p>5.5 Farmacocinética Compartimental</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelo Abierto de un Compartimiento. (MAUC) <ol style="list-style-type: none"> a. Definición, características y supuestos utilizados para establecer el modelo. b. Descripción farmacocinética según un Modelo Abierto de un Compartimiento de los procesos de absorción y distribución de fármacos. (Datos plasmáticos). <ol style="list-style-type: none"> i. Obtención de ecuaciones y parámetros farmacocinéticos a partir de datos plasmáticos después de la administración de una dosis única administrada por vía intravenosa (bolo intravenoso e infusión intravenosa) y vía extravasal (Oral, IM y otras). ii. Predicción de concentraciones en plasma al pasar el tiempo después de la administración de una sola dosis de un fármaco por las vías anteriormente mencionadas. 2. Farmacocinética multicompartmental <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Modelo Abierto de Dos Compartimientos. (MADC). <ol style="list-style-type: none"> a. Definición, características y supuestos utilizados para establecer el modelo. b. Descripción farmacocinética según un Modelo Abierto de Dos Compartimientos de los procesos de absorción y distribución de los fármacos. (Datos plasmáticos) <ol style="list-style-type: none"> i. Obtención de ecuaciones y de parámetros farmacocinéticos a partir de los datos plasmáticos después de la administración de una sola dosis de un fármaco por vía I.V rápida. ii. Cálculo de macroconstantes, constantes híbridas o de disposición iii. Cálculo de microconstantes, Cálculo de área bajo la curva (ABC_0^∞), vida media ($t_{1/2}$), aclaramiento (Cl), volúmenes de distribución ($Vd1 - Vd2 - Vd\beta$). iv. Cálculo de concentraciones plasmáticas en el |

| | |
|---|--|
| | compartimiento central y periférico, utilizando las ecuaciones y parámetros farmacocinéticos correspondientes. |
| Tema 6. Regímenes de Dosificación Múltiple. | <p>6.1 Generalidades y terminología utilizada.</p> <p>6.2 Diseño de un régimen de dosificación, consideraciones a tomar en cuenta.</p> <p>6.3 Descripción farmacocinética y ajuste de datos plasmáticos, según un Modelo Abierto de Un Compartimiento (MAUC), después de administrar un fármaco en un régimen de dosis múltiples, por vía intravenosa (bolo e infusión) y extravasal.</p> <ol style="list-style-type: none"> Obtención de ecuaciones. Cálculo de concentraciones antes y en el estado estacionario (EE). Cálculo del grado de acumulación de un fármaco (R). Selección de la dosis de mantenimiento (Dm) y el intervalo de dosificación múltiple (τ) en el diseño de un régimen de dosificación múltiple. Modificación del régimen establecido de acuerdo a la vida media del fármaco, disfunción renal o hepática u otras patologías y al Grado de Acumulación (R) del fármaco en el organismo. |
| Tema 7. Eliminación de fármacos. | <p>7.1 Metabolismo o Biotransformación:</p> <ol style="list-style-type: none"> Generalidades y vías de eliminación Sitios de biotransformación. Fases del metabolismo: reacciones de Fase I y II. Inducción e inhibición del metabolismo. Efecto de primer paso (circulación porta-hepática). Tipos de metabolitos Factores que modifican el metabolismo. Métodos de estudio del metabolismo de fármacos Cinética de eliminación con perfil de Michaelis-Menten Ejemplos prácticos <p>7.2 Excreción renal de fármacos</p> <p>Manejo renal de los fármacos (fisiología renal).</p> <p>Mecanismos de excreción renal.</p> <p>Depuración (aclaramiento). Concepto fisiológico y matemático.</p> <p>Factores que afectan la excreción renal de fármacos</p> <p>Relación entre el aclaramiento con el volumen de distribución y la vida media de eliminación. Cálculos y aplicación.</p> <p>Factores que afectan la excreción renal de fármacos</p> <p>Parámetros farmacocinéticos relacionados con el proceso de eliminación (aclaramiento y vida media de eliminación). Cálculo y</p> |

| | | |
|---|--------|--|
| | | <p>aplicación. Implicaciones terapéuticas de la excreción renal de fármacos</p> <p>7.3 Excreción por otras vías:</p> <ol style="list-style-type: none"> Generalidades. Biliar. Salivar. Excreción pulmonar. Excreción láctea o mamaria Otras vías secundarias de excreción. Implicaciones terapéuticas. |
| Tema 8. Farmacocinética Lineal (NL) | 8. No | <p>8.1 Generalidades</p> <ol style="list-style-type: none"> Características Causas de la cinética no lineal Identificación de la cinética no lineal <p>8.2 Metabolismo de capacidad limitada</p> <ol style="list-style-type: none"> Ecuación de Michaelis –Menten Cálculo de $V_{máx}$ y K_m Cinética no lineal a nivel de la absorción, distribución y excreción <p>8.3 Cinética de disposición tiempo-dependiente</p> |
| Tema 9. Descripción farmacocinética según un Modelo Abierto de un Compartimiento del proceso de eliminación de fármacos (bolo IV, infusión IV y extravasal). (Datos en orina) | | <p>9.1 Conocimiento general del método que se utiliza para recolección de muestras urinarias y su análisis.</p> <p>9.2 Construcción y análisis de curvas distributivas (VEU) y acumulativas (ARE) de excreción urinaria.</p> <p>9.3 Obtención de ecuaciones y parámetros farmacocinéticos, a partir de datos urinarios de fármacos administrados por vía intravenosa (bolo intravenosa e infusión intravenosa) y vía extravasal en una sola dosis.</p> <p>9.4 Escogencia del método (ARE o Sigma Menos – Método de Velocidad de Excreción) para el análisis de datos urinarios de un fármaco administrado por vía intravenosa rápida o por vía extravasal.</p> <p>9.5 Manejo de datos urinarios de un fármaco administrado por infusión I.V constante utilizando las ecuaciones correspondientes.</p> <p>9.6 Cálculo de parámetros farmacocinéticos en pacientes que tienen la función renal disminuida.</p> <p>9.7 Análisis del efecto del pH urinario en la excreción de fármacos.</p> <p>9.8 Conocimiento de alcances y limitaciones de cada método (VEU y ARE) para tomar decisiones e interpretar los datos obtenidos.</p> <p>9.9 Conocimiento de las limitaciones del uso de datos urinarios para el cálculo de parámetros farmacocinéticos.</p> |
| Tema 10. Farmacocinética | 10. No | <p>10.1 Generalidades y terminología utilizada.</p> <p>10.2 Tratamiento cinético No Compartimental.</p> |
| Compartimental (NC) o Modelo Independiente. | | <p>10.3 Parámetros farmacocinéticos estimados mediante tratamiento No Compartimental. Aplicación de momentos estadísticos a la farmacocinética.</p> <p>10.5 Ejemplos prácticos.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Tema 11.Farmacocinética clínica.</p> | <p>11.1 Definición 11.2 Objetivos de la Farmacocinética Clínica 11.3 Factores fisiológicos y patológicos que modifican la farmacocinética 11.4 Monitorización de fármacos en la práctica clínica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisitos que deben cumplir los fármacos para ser monitorizados • Pacientes en los que se recomienda la monitorización • Motivos principales para medir la Cp de un fármaco • Metodología de la monitorización (fluidos muestreados, tiempos de muestreo, determinación e interpretación de las concentraciones plasmáticas del fármaco) • Causas de alteración de la relación entre concentración plasmática y respuesta terapéutica • Beneficios de la monitorización • Resolución de casos clínicos <p>11.5 Organización de un Servicio de Farmacocinética Clínica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recursos materiales y humanos • Funciones del farmacéutico |
|--|--|

Apéndice E. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad de Ciencias Médicas



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS (UCIMED)
 ESCUELA AUTÓNOMA DE CIENCIAS MÉDICAS DE CENTRO AMÉRICA
 Dr. Andrés Vesalio Guzmán Calleja
 FACULTAD DE FARMACIA
 BACHILLERARO Y LICENCIATURA EN FARMACIA**

**PROGRAMA DEL CURSO:
 FA45 BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA**

NOMBRE DEL CURSO: Biofarmacia y Farmacocinética
CÓDIGO CURSO: FA45
UBICACIÓN: IV Semestre
NATURALEZA O TIPO DE CURSO: Teórico
REQUISITOS: FA43 Físico Farmacia
DOCENTES DEL CURSO: Los aprobado por CONESUP
HORARIO DE ATENCIÓN DE LOS DOCENTES: Por definir.
DURACIÓN: 23 semanas
HORARIO: Por definir
SEDE: Universidad de Ciencias Médicas
CRÉDITOS: 3
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA: 3
TRABAJO INDEPENDIENTE POR SEMANA: 3
TOTAL CARGA ACADÉMICA SEMANAL: 6

- Relacionar las características y procesos de la farmacocinética clínica.
- Relacionar características y procesos de la farmacocinética no-compartimental.



CONTENIDOS

UNIDAD 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN BIOFARMACIA. SISTEMA LADMER.

- Introducción al concepto y definiciones del sistema de análisis biofarmacéutico LADMER.
- Concepto de Biodisponibilidad.
- Fases del desarrollo de fármacos.
- Estudios clínicos.

UNIDAD 2. LIBERACIÓN DE DROGAS A PARTIR DE LAS FORMAS DE DOSIFICACIÓN FARMACÉUTICA.

- Formas farmacéuticas y vías de administración de fármacos.
- Disgregación o desintegración.

UNIDAD 3. DISOLUCIÓN.

- Aspectos teóricos.
- Disolución como factor limitante de la absorción de fármacos.

UNIDAD 4. TEMPORALIDAD DE LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS, RÉGIMENES DE DOSIFICACIÓN Y ESQUEMAS FARMACOTERAPÉUTICOS.

- Descripción de curvas de concentración plasmática vs tiempo.
- Definiciones y utilidad de los conceptos de Concentración Mínima Eficaz (CME).
- Concentración Mínima Tóxica (CMT), Índice Terapéutico, Período de Latencia.
- Intensidad de Efecto, Tiempo Eficaz, Área bajo la curva (AUC).
- Pautas de administración de fármacos.
- Dosis única intra y extravascular.
- Infusión intravenosa continua.
- Dosis múltiples intra y extravasculares.
- Dosis múltiples con dosis inicial: Dosis de carga.
- Parámetros farmacocinéticos.
- Temporalidad de los efectos: factores que alteran la relación entre las concentraciones terapéuticas y los efectos.

UNIDAD 5. ABSORCIÓN DE FÁRMACOS.

- Definición.
- Descripción.
- Factores.
- Factores que afectan la velocidad de difusión (tamaño molecular, grado de ionización, liposolubilidad).
- características fisicoquímicas del fármaco y de la forma farmacéutica.
- Características de los sitios de absorción.
- Absorción de fármacos en tracto gastrointestinal: Descripción y elementos.

- 00000005
- Absorción percutánea (formulaciones transdérmicas): Cinética de absorción; velocidad de absorción y cantidad absorbida (AUC). Biodisponibilidad: Fracción de absorción disponible (f), cantidad de fármaco absorbida.



UNIDAD 6. DISTRIBUCIÓN DE FÁRMACOS.

- Aspectos fisiológicos.
- Transporte de fármacos en sangre.
- Unión a proteínas plasmáticas.
- Fármaco unido a proteínas, fármaco libre, metabolitos libres activos.
- Distribución en tejidos y en áreas especiales.
- Paso de fármacos a través de la barrera placentaria.
- Paso de fármacos al Sistema Nervioso Central: Concepto de barrera hematoencefálica.
- Cinética de distribución.

UNIDAD 7. MODELOS COMPARTIMENTALES DE LOS PROCESOS DE ABSORCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE FÁRMACOS.

- Compartimentos farmacocinéticos: modelos monocompartimental, bicompartimental y tricompartmental).
- Parámetros farmacocinéticos obtenidos a partir de las concentraciones plasmáticas de los medicamentos.
- Volumen aparente de distribución (Vd).
- Disociación entre concentraciones plasmáticas y titulares.
- Factores que alteran la distribución de fármacos.

UNIDAD 8. ELIMINACIÓN DE LOS FÁRMACOS.

- Biotransformación (Metabolismo).
- Órganos y tejidos de biotransformación.
- Sistema enzimático oxidativo del microsoma hepático.
- Isoformas del citocromo P450, regulación de la expresión, polimorfismo genético.
- Tipos de reacciones de biotransformación: Reacciones metabólicas de Fase I y Fase II.
- Reacciones oxidativas, oxidaciones extramicrosómicas, reducciones, hidrólisis, reacciones de conjugación.
- Metabolismo ("Efecto") de primer paso: circulación porta-hepática.
- Modelos y mecanismos de inducción e inhibición enzimáticos.
- Factores que alteran el metabolismo.

UNIDAD 9. EXCRECIÓN DE LOS FÁRMACOS.

- Factores que afectan la excreción renal.
- Repercusiones clínicas de la función renal: ajustes de dosis.
- Otras vías de excreción.
- Excreción biliar e intestinal: circulación enterohepática.
- Saliva, sudor, leche materna.
- Caracterización farmacocinética de la eliminación.
- Constante de eliminación (k_e), vida media de eliminación ($t_{1/2}$), tipos de cinéticas de eliminación (orden 1 y orden cero).
- Constantes de disposición de los modelos compartimentales.
- Depuración (Aclaramiento) renal (Cl_r) y aclaramiento hepático (Cl_h).

- Relaciones entre k_e , Cl y V_d .
- Factores que alteran la eliminación.

UNIDAD 10. BIOEQUIVALENCIA Y EQUIVALENCIA TERAPÉUTICA.

- Conceptos.
- Estudios de Bioequivalencia.
- Medicamentos genéricos.
- Medicamentos biosimilares.

UNIDAD 11. FARMACOCINÉTICA NO-COMPARTIMENTAL.

- Aspectos generales-parámetros farmacocinéticas.
- Modelos Farmacocinéticos.
- Inconvenientes Farmacocinética Compartimental.
- Concepto de Farmacocinética NO Compartimental.
- Tiempo medio de permanencia del fármaco en el organismo (MRT) y Tratamiento de Datos.
- Datos Intravasculares y Extravasculares.

UNIDAD 12: FARMACOCINÉTICA CLÍNICA.

- Monitorización de niveles plasmáticos de fármacos.
- Servicios de farmacocinética y toxicocinética clínicas.
- Organización de un servicio de farmacocinética clínica.



**Apéndice F. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la
Licenciatura de Farmacia de la Universidad del Atlántico**

| | |
|---|--------------------|
|  | VERSIÓN: 0 |
| | CÓDIGO: FOR-DO-020 |
| | PÁGINA: 1 de 5 |
| FORMATO DE CONTENIDO DE CURSO | |

VICERRECTORÍA DE DOCENCIA

FACULTAD DE: QUÍMICA Y FARMACIA

PROGRAMA DE: FARMACIA

PLANEACIÓN DEL CONTENIDO DE CURSO

1. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

NOMBRE: BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA

CÓDIGO: 45905

SEMESTRE: QUINTO (V)

NÚMERO DE CRÉDITOS: DOS (2)

PRERREQUISITOS: (CÓDIGO 45902) QUÍMICA FARMACÉUTICA

HORAS PRESENCIALES DE: DOS (2) HORAS TEÓRICAS SEMANALES

ACOMPAÑAMIENTO DIRECTO: ASIGNATURA HABILITABLE

ÁREA DE FORMACIÓN: FARMACÉUTICA-SUB-ÁREA TECNOLOGÍA
FARMACÉUTICA

TIPO DE CURSO: PRESENCIAL

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: AGOSTO 2015

FORMATO DE CONTENIDO DE CURSO

| UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA BIOFARMACIA Y FARMACOCINÉTICA | | | | TIEMPO: 2 SEMANAS |
|--|--|---|--|---|
| COMPETENCIA | CONTENIDOS | ESTRATEGIAS DIDACTICAS | INDICADORES DE LOGROS | ESTRATEGIAS EVALUATIVAS |
| <p>1) Entender la definición, y alcances de la Biofarmacia y la Farmacocinética.</p> <p>2) Conocer el concepto y la aplicación de los parámetros farmacocinéticos de la curva concentración plasmática versus tiempo.</p> <p>3) Utilizar coherentemente conceptos de farmacocinética y biofarmacia para explicar situaciones clínicas y técnicas relacionadas con el diseño y uso de medicamentos.</p> | <p>-Definición y Objetivos de la Biofarmacia y Farmacocinética.</p> <p>-Procesos cinéticos de liberación, absorción, distribución, metabolismo y excreción.</p> <p>-Curvas de concentración de fármacos en fluidos biológicos versus tiempo y parámetros asociados.</p> <p>-Relación Farmacocinética y Farmacodinámica.</p> <p>-Aplicación de la farmacocinética en farmacia clínica.</p> <p>-Aplicación de la biofarmacia en la investigación y desarrollo y productos farmacéuticos.</p> | <p>Estudio previo e independiente de la temática.</p> <p>Socialización en clase de los temas revisados.</p> <p>Discusión sobre aplicaciones de la biofarmacia y la farmacocinética.</p> | <p>1. Tiene habilidades para aplicar de manera crítica y analítica los conceptos biofarmacéuticos y farmacocinéticos.</p> <p>3. Comprende e integra los aspectos biofarmacéuticos básicos, que pueden influir en el comportamiento de una formulación.</p> | <p>Se evaluará la capacidad de explicar con situaciones prácticas el alcance de la biofarmacia y la farmacocinética.</p> |
| UNIDAD 2. BIOFARMACIA | | | | TIEMPO: 3 SEMANAS |
| COMPETENCIA | CONTENIDOS | ESTRATEGIAS DIDACTICAS | INDICADORES DE LOGROS | ESTRATEGIAS EVALUATIVAS |
| <p>1) Proponer estrategias para mejorar la biodisponibilidad de las formulaciones farmacéuticas.</p> | <p>- Excipientes farmacéuticos y su función.</p> <p>-Liberación y disolución de principios activos desde formas farmacéuticas.</p> <p>-Formas de liberación controlada.</p> <p>- Sistema de clasificación biofarmacéutica.</p> <p>- Biodisponibilidad.</p> <p>-Problemas biofarmacéuticos y estrategias para solucionarlos.</p> <p>- Ensayos biofarmacéuticos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>.</p> | <p>Estudio previo e independiente de la temática.</p> <p>Socialización en clase de los temas revisados.</p> <p>Lectura y discusión de artículos de investigación relacionados con las temáticas.</p> <p>Estudio de caso de problema biofarmacéutico.</p> | <p>1. El estudiante reconoce los factores que pueden afectar la biodisponibilidad y propone estrategias para mejorarla.</p> <p>2. Explica clara y correctamente situaciones de tecnología farmacéutica o problemas de investigación utilizando conceptos biofarmacéuticos.</p> | <p>Trabajo en clase, participación en discusiones sobre las temáticas, discusión de artículos de investigación.</p> |
| UNIDAD 3. FARMACOCINÉTICA | | | | TIEMPO: 3 SEMANAS |
| COMPETENCIA | CONTENIDOS | ESTRATEGIAS DIDACTICAS | INDICADORES DE LOGROS | ESTRATEGIAS EVALUATIVAS |
| <p>1) El estudiante explica claramente la relación entre los procesos de ADME (absorción, distribución, metabolismo y excreción) y la respuesta biológica a los fármacos.</p> <p>2) El estudiante utiliza coherentemente los parámetros farmacocinéticos para comparar y explicar el desempeño de un medicamento en el organismo.</p> | <p>-Parámetros farmacocinéticos asociados a los procesos de ADME.</p> <p>-Órdenes de reacción de eliminación.</p> <p>-Ensayos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> para estudio de procesos de ADME.</p> | <p>Estudio previo e independiente de la temática.</p> <p>Socialización en clase de los temas revisados.</p> <p>Taller grupal: Parámetros farmacocinéticos en situaciones clínicas problema.</p> <p>Ejercicios prácticos.</p> <p>Lectura y discusión de artículos de investigación relacionados con las temáticas.</p> | <p>1. Explica clara y correctamente situaciones clínicas o problemas de investigación utilizando conceptos farmacocinéticos.</p> | <p>Trabajo en clase, sustentación oral del taller, participación en socialización sobre procesos de ADME y discusión de artículos de investigación.</p> |

| UNIDAD 4. MODELOS COMPARTIMENTALES | | TIEMPO: 3 SEMANAS | | |
|--|---|--|---|---|
| COMPETENCIA | CONTENIDOS | ESTRATEGIAS DIDACTICAS | INDICADORES DE LOGROS | ESTRATEGIAS EVALUATIVAS |
| <p>1) El estudiante predice curvas concentración plasmática tiempo después de la administración de medicamentos por vía intravenosa u oral a través de la aplicación de modelos farmacocinéticos.</p> <p>2) El estudiante analiza situaciones problema de farmacia clínica y tecnología farmacéutica y las explica a través de la aplicación de modelos farmacocinéticos.</p> | <p>Características generales de los modelos compartimentales.</p> <p>Modelo monocompartimental vía intravenosa tipo bolus: Curvas de concentraciones plasmáticas tras administración en dosis única por vía intravenosa tipo bolus. Parámetros farmacocinéticos del modelo. Métodos de cálculo.</p> <p>Modelo monocompartimental vía oral: Curvas de concentraciones plasmáticas tras administración en dosis única por vía oral. Parámetros farmacocinéticos del modelo. Métodos de cálculo.</p> | <p>Trabajo independiente de repaso sobre cálculo y representación gráfica de funciones.</p> <p>Retroalimentación del trabajo individual.</p> <p>Conferencia interactiva sobre la temática de estudio.</p> <p>Ejercicios prácticos.</p> | <p>1. Adquiere destrezas para discernir y aplicar modelos farmacocinéticos en la comprobación y evaluación del comportamiento de los fármacos tanto a nivel farmacológico como toxicológico.</p> <p>2. Calcula y describe gráficamente de forma clara y coherente parámetros farmacocinéticos, con datos plasmáticos.</p> | <p>Evaluación de trabajo independiente y trabajo en clase.</p> <p>Entrega de problemas resueltos.</p> |
| UNIDAD 5. RÉGIMEN POSOLÓGICO | | TIEMPO: 3 SEMANAS | | |
| COMPETENCIA | CONTENIDOS | ESTRATEGIAS DIDACTICAS | INDICADORES DE LOGROS | ESTRATEGIAS EVALUATIVAS |
| <p>El estudiante diseña y evalúa objetivamente la seguridad y eficacia de los regímenes posológicos a través de la determinación de parámetros farmacocinéticos.</p> | <p>Introducción y Conceptos.</p> <p>Parámetros farmacocinéticos en régimen posológico.</p> <p>Modelo monocompartimental para régimen posológico.</p> <p>Evaluación de regímenes posológicos.</p> <p>Diseño de regímenes posológicos.</p> | <p>Trabajo individual guiado: Predicción de concentraciones plasmáticas en un régimen posológico.</p> <p>Taller grupal: Evaluación de regímenes posológicos.</p> | <p>1. Explica con claridad y utiliza con coherencia los parámetros asociados a los regímenes posológicos.</p> <p>2. Interpreta y ejemplifica cada una de las categorías de los regímenes de dosificación elaborados por expertos a través de un diagrama.</p> <p>3. Evalúa regímenes posológicos.</p> | <p>Evaluación de trabajo individual y grupal.</p> |
| UNIDAD 6. BIOEQUIVALENCIA | | TIEMPO: 2 SEMANAS | | |
| COMPETENCIA | CONTENIDOS | ESTRATEGIAS DIDACTICAS | INDICADORES DE LOGROS | ESTRATEGIAS EVALUATIVAS |
| <p>1) El estudiante analiza críticamente la utilización de bioequivalencia como medida de aseguramiento de calidad de medicamentos teniendo en cuenta la normatividad vigente.</p> <p>2) El estudiante utiliza correctamente parámetros farmacocinéticos para determinar la bioequivalencia de productos farmacéuticos teniendo en cuenta lo dispuesto en la normatividad vigente.</p> | <p>Concepto e importancia.</p> <p>Normatividad vigente en Colombia y otros países.</p> <p>Determinación de Bioequivalencia in vivo.</p> | <p>Socialización de normatividad vigente.</p> <p>Discusión de artículos de investigación acerca de estudios de bioequivalencia.</p> <p>Ejercicios para desarrollar.</p> | <p>1. Explica claramente el significado de los conceptos de equivalencia y Bioequivalencia.</p> <p>2. Conoce los requisitos y exigencias de los entes regulatorios en cuanto a Bioequivalencia de acuerdo a la normatividad vigente.</p> <p>3. Determina Bioequivalencia a partir de resultados de perfiles farmacocinéticos.</p> | <p>Participación en socialización y discusión.</p> <p>Ejercicios resueltos.</p> |

Apéndice G. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la Licenciatura de Farmacia de la Universidad Nacional Autónoma de México

| | | | |
|---|-------------------------------|---|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN LICENCIATURA DE FARMACIA Sexto semestre | | | |
| ASIGNATURA: Biofarmacia | | | |
| NÚMERO DE HORAS/SEMANA: 7 | | NÚMERO DE HORAS /SEMESTRE: 112 | |
| | | | |
| ASIGNATURA CON SERIACIÓN INDICATIVA PRECEDENTE: | | | |
| ASIGNATURA CON SERIACIÓN INDICATIVA SUBSECUENTE: | | Desarrollo Farmacéutico, Laboratorio Experimental Multidisciplinario | |
| OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA: | | Aplicar los conocimientos biofarmacéuticos en la formulación, control de calidad y la administración de medicamentos. Diseñar los experimentos para la estimación de parámetros farmacocinéticos en humanos y animales. Analizar la utilidad de los parámetros farmacocinéticos en la evaluación de la eficiencia de los medicamentos. Diseñar estudios de bioequivalencia para determinar la intercambiabilidad de medicamentos | |
| NÚMERO DE HORAS/UNIDAD 7 | | UNIDAD I Introducción. OBJETIVO DE LA UNIDAD Discutir la definición de Biofarmacia como ciencia farmacéutica considerando la terminología conceptual utilizada. | |
| TEÓRICAS 7 | PRÁCTICAS 0 | CONTENIDO: 1.1 La Biofarmacia como ciencia farmacéutica. 1.2 La Farmacocinética y su aplicación en los estudios biofarmacéuticos. 1.3 Términos que se utilizaron en la Biofarmacia: biodisponibilidad, modelo, volumen de distribución, vida media, depuración y procesos de primer orden | |
| NÚMERO DE HORAS/UNIDAD 18 | | UNIDAD 2 Farmacocinética OBJETIVO DE LA UNIDAD. Revisar la aplicación de la Farmacocinética en la Biofarmacia para estimar los parámetros farmacocinéticos y su interpretación acerca de la eficacia de los medicamentos. | |
| TEÓRICAS 5 | PRÁCTICAS 13 | CONTENIDO: | |

| | | |
|---|----------------------------|--|
| | | <p>2.1 Introducción a la Farmacocinética.</p> <p>2.2 Los modelos matemáticos y los modelos farmacocinéticos.</p> <p>2.3 Modelos abierto de un compartimento.</p> <p>2.4 Modelo abierto de dos compartimentos. CONTENIDO PRÁCTICO: Modelos matemáticos y modelos biofarmacéuticos. Parámetros farmacocinéticos.</p> |
| <p>NÚMERO DE HORAS/UNIDAD</p> <p>12</p> | | <p>UNIDAD 3</p> <p>El transporte de fármacos a través de membranas. OBJETIVO DE LA UNIDAD. Comprender la relación entre la estructura y naturaleza de la membrana con el paso de fármacos a través de ella para explicar su paso a través del organismo.</p> <p>CONTENIDO:</p> <p>3.1 La membrana: estructura, organización y funciones.</p> <p>3.2 Los mecanismos de transporte a través de la membrana.</p> <p>3.3 La teoría pH-partición.</p> <p>CONTENIDO PRÁCTICO: Estudio biofarmacéutico, absorción</p> |
| <p>TEÓRICAS</p> <p>6</p> | <p>PRÁCTICAS</p> <p>6</p> | |
| <p>NÚMERO DE HORAS/UNIDAD</p> <p>25</p> | | <p>UNIDAD 4</p> <p>Sistema L.A.D.B.E.</p> <p>OBJETIVO DE LA UNIDAD. Analizar la importancia de los factores que modifican la disposición de los fármacos desde los medicamentos y la forma de controlarlos para aplicar ese conocimiento en el mejoramiento de su eficacia</p> <p>CONTENIDO:</p> <p>4.1 Introducción al sistema LADBE.</p> <p>4.2 La liberación de los fármacos desde los medicamentos.</p> <p>4.3 Factores que determinan la absorción.</p> <p>4.4 Factores que determinan la distribución.</p> <p>4.5 La biotransformación de los fármacos.</p> <p>4.6 La excreción renal de los fármacos.</p> <p>4.7 La excreción hepática de los fármacos.</p> <p>4.8 Interacciones entre los fármacos.</p> <p>CONTENIDO PRÁCTICO: Estudios de liberación de fármacos. Distribución de fármacos. Excreción de fármacos.</p> |
| <p>TEÓRICAS</p> <p>5</p> | <p>PRÁCTICAS</p> <p>20</p> | |
| <p>NÚMERO DE HORAS/UNIDAD</p> <p>20</p> | | <p>UNIDAD 5</p> <p>Estudio de los aspectos biofarmacéuticos de los medicamentos. OBJETIVO DE LA UNIDAD. Discutir la importancia de la aplicación de los conocimientos de la Biofarmacia en la evaluación de la eficacia de los medicamentos mediante la revisión de los factores que la determinan.</p> <p>CONTENIDO:</p> <p>5.1 Aspectos biofarmacéuticos de los medicamentos.</p> <p>5.2 Aplicación de los aspectos biofarmacéuticos en la preformulación.</p> |
| <p>TEÓRICAS</p> <p>20</p> | <p>PRÁCTICAS</p> <p>0</p> | |

| | | |
|------------------------------|-----------------|--|
| | | 5.3 Aplicación de los aspectos biofarmacéuticos en la formulación. 5.4 La Biofarmacia y la eficacia de los medicamentos |
| NÚMERO DE HORAS/UNIDAD 30 | | <p>UNIDAD 6</p> <p>Los estudios biofarmacéuticos.</p> <p>OBJETIVO DE LA UNIDAD</p> <p>Revisar los métodos y diseños experimentales que se utilizan para evaluar la eficacia de los medicamentos y su intercambiabilidad.</p> <p>CONTENIDO:</p> <p>6.1 Importancia de la evaluación de la eficacia de los medicamentos.</p> <p>6.2 Formas de clasificar los medicamentos y los fármacos.</p> <p>6.3 Métodos para evaluar la disolución.</p> <p>6.4 Métodos para evaluar la absorción.</p> <p>6.5 Métodos experimentales usados en estudios biofarmacéuticos.</p> <p>6.6 Estudios de biodisponibilidad.</p> <p>6.7 Estudios de bioequivalencia.</p> <p>6.8 La correlación <i>in vitro-in vivo</i>.</p> <p>6.9 La intercambiabilidad de los medicamentos.</p> <p>CONTENIDO PRÁCTICO:</p> <p>Estudios de biodisponibilidad.</p> <p>Estudios de bioequivalencia.</p> |
| TEÓRICAS 5 | PRÁCTICAS 25 | |
| 112 | | |
| | | Total de horas |

**Apéndice H. Planes de estudio de los cursos de Biofarmacia y Farmacocinética en la
Licenciatura de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid**



**FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

Ficha Docente: Biofarmacia y Farmacocinética

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Biofarmacia y Farmacocinética

CARÁCTER: Obligatorio

MATERIA: Biofarmacia y Farmacocinética

MÓDULO: Farmacia y Tecnología

CURSO: Cuarto

SEMESTRE: Primero

CRÉDITOS: 6 ECTS

DEPARTAMENTO: Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

- Introducción a la Biofarmacia y Farmacocinética.
- Tránsito del fármaco en el organismo. Serie LADME.
- Modelos y estimación de parámetros farmacocinéticos.
- Farmacocinética no lineal.
- Interacciones farmacocinéticas.
- Biodisponibilidad y bioequivalencia.
- Regímenes posológicos.
- Vías de administración de medicamentos.

PROGRAMA DE TEORÍA:

TEMA 1: Introducción a la Biofarmacia y farmacocinética. Conceptos generales. Planteamiento de la asignatura. Bibliografía.

ESTUDIO DE LA SERIE LADME

TEMA 2: Evolución temporal de los fármacos en el organismo. Liberación de fármacos. Procesos implicados y cinéticas de disolución. Estudios de liberación. Seminario: Estudios de liberación y supuestos prácticos.

TEMA 3: Absorción de fármacos. Transferencia de fármacos a través de las membranas naturales en el organismo. Propiedades de los fármacos que condicionan los diferentes procesos.

TEMA 4: Distribución de fármacos I. Compartimentos acuosos del organismo. Factores que condicionan la distribución de fármacos. Volumen aparente de distribución.

TEMA 5: Distribución de fármacos II. Unión de fármacos a proteínas plasmáticas. Consecuencias de la unión. Interacciones por desplazamiento. Seminario: supuestos prácticos.

TEMA 6: Eliminación de fármacos: Metabolismo. Aclaramiento de un órgano. Aclaramiento total. Factores que condicionan el metabolismo de los fármacos. Interacciones con otros fármacos.

TEMA 7: Eliminación de fármacos: Excreción. Vías de excreción del organismo. Aclaramiento renal y su determinación. Factores que condicionan la excreción renal de fármacos. Seminario: supuestos prácticos.

FARMACOCINÉTICA

TEMA 8: Análisis compartimental. Modelos farmacocinéticos. Filosofía de los modelos cinéticos y su alcance práctico. Modelos simplificados del LADME.

TEMA 9: Farmacocinética lineal. Modelo monocompartimental. Administración i.v. en bolus. Seminarios: Estimación de parámetros.

TEMA 10: Modelo monocompartimental. Administración en perfusión i.v. Cinética de incorporación de orden cero. Sistemas de cesión sostenida. Seminario: Curvas de niveles plasmáticos y establecimiento de meseta terapéutica.

TEMA 11: Modelo monocompartimental. Administración extravasal: Cinética de incorporación de orden uno. Fenómeno de "flip-flop". Seminario: Estimación de parámetros.

TEMA 12: Modelos multicompartimentales. Modelo bicompartimental. Justificación del modelo clásico: compartimentos acuosos y no acuosos. Administración I.V. en bolus. Constantes de disposición. Seminario: Estimación de parámetros.

TEMA 13: Modelo bicompartimental. Administración extravasal: Cinética de incorporación de orden uno. Modificaciones aparentes del modelo. Cinética de incorporación de orden cero.

TEMA 14: Seminario: Datos de excreción en orina. Relación entre niveles plasmáticos y velocidades de excreción en orina. Curvas distributivas y acumulativas.

TEMA 15: Cinética de dosis múltiples. Parámetros fundamentales en el estado estacionario. Solución general de los modelos lineales.

TEMA 16: Establecimiento de regímenes posológicos. Fundamentos de dosificación. Situaciones fisiológicas y patológicas que obligan a la adecuación de las pautas posológicas.

TEMA 17: Monitorización de fármacos. Metodología de la monitorización. Fármacos que habitualmente requieren monitorización. Seminario: Monitorización de fármacos.

TEMA 18: Farmacocinética no lineal. Concepto de linealidad cinética. Farmacocinética dosis-dependiente. Farmacocinética tiempo-dependiente.

TEMA 19: Farmacocinética no compartimental. Teoría de los momentos

estadísticos. Equivalencia con los parámetros resultantes del tratamiento compartimental. Seminario: Estimación de parámetros.

BIODISPONIBILIDAD Y BIOEQUIVALENCIA

TEMA 20: Biodisponibilidad: concepto y definición. Medida de la fracción de dosis absorbida. Medida de la velocidad de absorción: parámetros utilizados.

TEMA 21: Bioequivalencia. Definiciones. Consideraciones estadísticas. Criterios de decisión.

CONDICIONANTES BIOFARMACÉUTICOS A CONSIDERAR EN LAS DIFERENTES VÍAS DE ADMINISTRACIÓN

TEMA 22: Principales vías de administración de medicamentos. Consideraciones generales. Criterios de clasificación.

TEMA 23: Administración por vía oral. Influencia de las características del tracto gastrointestinal en la absorción de fármacos. Efectos de primer paso intestinal y hepático. Factores que condicionan la absorción del fármaco y la biodisponibilidad de los medicamentos. Liberación como factor limitante de la absorción por vía oral.

TEMA 24: Seminario: Administración por vía bucal y sublingual. Acción tópica y absorción sistémica y fármacos utilizados.

TEMA 25: Seminario: Administración por vía rectal. Efecto local. Efecto sistémico: factores que influyen en la absorción rectal.

TEMA 26: Seminario: Administración por vía parenteral: Administración subcutánea e intramuscular. Administración intravascular. Otras vías de administración parenteral.

TEMA 27: Seminario: Administración por vía cutánea. Vías de penetración. Acción tópica y "absorción percutánea".

TEMA 28: Seminario: Administración por vía pulmonar. Acción local y acción sistémica.

TEMA 29: Seminario: Administración por vía oftálmica. Factores que modifican la biodisponibilidad de los fármacos administrados por vía tópica. Otras vías de administración ocular.

TEMA 30: Seminario: Administración por vía nasal. Acción local. Factores que condicionan la absorción sistémica de fármacos.

TEMA 31: Seminario: Administración por vía ótica. Acción local.