

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

CARRERA DE FARMACIA

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN FARMACIA**

**ANÁLISIS DE LA IMPORTANCIA DE LA INCLUSIÓN DE UN CURSO
INTEGRADO DE FARMACOGENÉTICA Y FARMACOGENÓMICA
CLÍNICA PARA LA ATENCIÓN PERSONALIZADA DE LOS PACIENTES
SEGÚN SUS NECESIDADES EN LA PROPUESTA CURRICULAR DE LA
CARRERA DE FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DE LAS AMÉRICAS**

SUSTENTANTE:

JOSHWILL MO DÍAZ

TUTOR:

JESÚS ALBERTO GARRO UMAÑA

SAN JOSÉ, ABRIL, 2021

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	6
1.3 Objetivos	9
1.4 Objetivo General	9
1.5 Objetivos Específicos.....	9
1.6 Justificación.....	10
1.7 Antecedentes	11
1.8 Antecedentes históricos	11
1.9 Antecedentes internacionales	13
1.10 Antecedentes nacionales	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	17
2.2 Historia de la Farmacia	19
2.5 Enseñanza	25
2.7 Rol docente en ámbito universitario	25
2.8 Rol de la persona estudiante universitaria.....	26
2.9 Aprendizaje en el ámbito universitario	27
2.10 Estrategias de aprendizaje novedosas.....	28
3.3 Paradigma de investigación.....	44
3.4 Enfoque de la investigación.....	44
3.5 Método de la investigación	47
3.6 Criterios de Inclusión	48
3.7 Criterios de Exclusión	48
3.8 Fuentes de información	50
3.9 Técnicas de recolección de información	51
3.11 Categorías de análisis	55
3.12 Muestra de investigación	57
3.13 Técnicas e instrumentos para la recolección de información	59
3.14 Unidades de análisis.....	60
3.15 Procedimiento de análisis de información.....	60
5.1 Conclusiones:.....	105
5.2 Recomendaciones	106

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
Resolución de las entrevistas.....	124

Lista de Tablas

Tabla 1.Cuadro Comparativo Paradigma Positivista y Naturalista.....	45
Tabla2.Ventajas y Desventajas de los Metodos Cunantitativos Y Cualitativos.....	47
Tabla 3.Categoria de Analisis.....	57
Tabla 4.Tipos de Muestras.....	60
Tabla 5.Muestra de Investigación.....	60
Tabla 6. Cuadro comparativo de los planes de estudio relacionados a Farmacogenetica y Famracogenomica de distintas universidades.....	86

Lista de Figuras

Figura 1. Plan de estudios en la carrera de Farmacia UIA.....	35
Figura 2. Fases en el proceso de la Investigación Cualitativa.....	51
Figura 3. Tipos de fuentes de información.....	53

1.1. Resumen

La presente tesis busca enfocarse en la necesidad de incluir un curso sobre farmacogenética y farmacogenómica en la malla curricular de los estudiantes de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, basado en cómo el desarrollo de estas disciplinas ha contribuido a un enfoque más personal y preciso de la medicina y la farmacia y cómo, a su vez, este enfoque se presenta como el futuro de la atención en salud.

Tomando lo anterior en cuenta, algunos de los temas que se plantean a lo largo de la tesis incluyen información sobre las patologías más involucradas con la farmacogenética y la farmacogenómica. Algunas de las áreas que más se mencionan son la de Oncología, con enfermedades como cáncer de mama y cáncer de próstata; la de Psiquiatría con trastornos como Alzheimer y Parkinson; la de las enfermedades pulmonares o asociadas a las vías respiratorias, como el asma y, finalmente, el área de las enfermedades cardiovasculares.

Asimismo, en la tesis se definen cuáles son las herramientas que la farmacogenética y farmacogenómica han brindado para el avance y desarrollo de nuevas y mejores terapias. Esto último tomando en consideración temas como los genes con mayor relevancia para la farmacogenética, los polimorfismos más estudiados, las tecnologías de secuenciación más comunes como la PCR y los proyectos internacionales relacionados con el genoma humano. También se mencionan algunas terapias desarrolladas gracias a la información génica actual, que han repercutido de manera positiva en el bienestar de los pacientes, debido ya sea porque han aumentado la precisión del tratamiento y la adherencia a este, o bien, porque han disminuido muchos de los efectos adversos de la terapia.

Por otra parte, y en relación con el tema de la posibilidad de implementar un curso de farmacogenética y farmacogenómica, se toma en consideración a algunas universidades que lo imparten y se comparan y analizan las similitudes entre sus distribuciones temáticas para el curso. Todo lo anterior con el fin de esclarecer cuáles son los temas que se tienen como imprescindibles y cuál sería la metodología más óptima para llevar toda esta información a los estudiantes.

En la investigación se visualizó el impacto de la farmacogenética y farmacogenómica en diversas áreas, una de ellas principalmente es la oncología. Con respecto a esto se reconoce la

medicina personalizada como herramienta a futuro con capacidad de mejorar la calidad de vida de los pacientes al tener tratamientos mas efectivos y con menos riesgos implícitos. Por otra parte, considerando los distintos planes estudios obtenidos por medio de análisis de contenido se propuso a la malla curricular de la Universidad Internacional de las Américas un punto optativo de un curso capaz de brindar las bases fundamentales del tema.

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

1.2. Planteamiento del problema

El propósito del siguiente proyecto de investigación consiste en poder determinar la importancia del campo de la farmacogenética y la farmacogenómica en el desarrollo académico de los estudiantes de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) al identificar los principales tipos de patologías, de los cuales se puede aplicar el conocimiento de estas áreas. Cabe mencionar que son sectores relacionados con la investigación clínica y, a su vez, se encuentran en desarrollo continuo, con la finalidad de poder generar una mejora en la adherencia de los tratamientos al estudiar las distintas interacciones de respuesta a nivel interindividual con respecto a las bases genético moleculares¹.

Es necesario conocer que la farmacogenética se define como la ciencia que estudia la relación entre los factores genéticos que participan en la respuesta dada en el individuo y, por otra parte, el concepto de la farmacogenómica hace referencia a la ciencia que estudia la variación en la expresión de los genes más relevantes para las patologías que padezca cada individuo y la respuesta que este vaya a tener en relación con las características del tratamiento que consuma. Se reconoce la existencia de numerosos factores que inciden en la forma de metabolizar un fármaco, entre lo que podemos encontrar el perfil genético que, mediante su predicción, ayuda a determinar el fármaco y la dosis ideal para cada paciente².

Los estudios realizados para evaluar la respuesta individual de los fármacos en cada paciente han sido de gran interés en las últimas décadas, pues se han hecho con el fin de adaptar los tratamientos a cada individuo de forma personalizada, basándose en el perfil molecular y genético de cada humano, ya que, debido a sus diferencias, existe una variabilidad de respuesta hacia el medicamento. Esto último ha dado un auge al término conocido como ‘medicina personalizada’, la cual involucra de forma directa las ciencias de la farmacogenética y farmacogenómica³.

A pesar del crecimiento que ha tenido el sector en los últimos años, se observa que a nivel mundial la asignatura de farmacogenética y farmacogenómica tienen un porcentaje muy bajo de enseñanza, es decir, que un número pequeño de universidades posee este curso dentro del plan de estudios, lo que equivale a que los profesionales de la salud egresados de la carrera de Farmacia

no cuenten con la formación ni con el conocimiento necesario para poder implementarlo y potenciar la medicina personalizada.

Este déficit de conocimiento provoca que no se cuente con suficiente cantidad de profesionales farmacéuticos capacitados para realizar estudios de investigación y desarrollo de fármacos orientados a la medicina personalizada, lo que genera mayor cantidad de efectos secundarios y problemas de adherencia al tratamiento en pacientes que poseen variaciones genéticas en el metabolismo⁴.

Un problema que puede conllevar la farmacogenética y la farmacogenómica reside en los costos operativos que implica la realización de exámenes farmacogenéticos en rutina clínica. Actualmente, esto se ve reflejado en las industrias farmacéuticas, las cuales se encuentran en su punto de mayor revolución, ya que es claro que el costo y sus complejos métodos para el desarrollo de nuevos medicamentos basado en fármacos eficaces y seguros para la mayor parte de la población serán sustituidos por los últimos avances en las ciencias, como lo son la Farmacogenética y la Farmacogenómica².

La necesidad de estos cursos se ve reflejado en que estas dos ciencias son consideradas nuevas disciplinas que presentan grandes avances en los últimos años. Lo que se considera el genotipo de cada paciente será primordial para la escogencia del medicamento apropiado de cada individuo, ya que con esta información se logra ajustar la dosis del medicamento, ayudando así a reducir la aparición de reacciones adversas y al tratamiento de las patologías de forma correcta. Dado al problema anteriormente planteado, nace la siguiente pregunta: ¿cuál es la importancia de la implementación de un curso de farmacogenética y farmacogenómica en la nueva malla curricular de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas?

1.3 Objetivos

1.4 Objetivo General

Analizar la importancia de la inclusión de un curso integrado de farmacogenética y farmacogenómica clínica para la atención personalizada de pacientes según sus necesidades, en la propuesta curricular de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

1.5 Objetivos Específicos

1. Indicar las patologías más involucradas en el área de la farmacogenética y la farmacogenómica.
2. Reconocer la farmacogenética y la farmacogenómica como una herramienta para el avance de la salud pública, según las distintas enfermedades de los pacientes.
3. Desarrollo de un programa de estudio para la incorporación del curso de farmacogenética y farmacogenómica para la nueva malla curricular de la Universidad Internacional de las Américas.

1.6 Justificación

La tecnología se encuentra en un proceso de crecimiento exponencial en la actualidad y, gracias a esto, el conocimiento del cuerpo humano y los tratamientos para la salud se están comportando de igual manera. La información acerca del genoma humano que se ha descubierto en los últimos años ha sido un avance importante para el entendimiento de la medicina, la investigación genética encamina la farmacología a una mejora en el uso de todas las herramientas de esta rama para el tratamiento de pacientes. Tanto la farmacogenética como la farmacogenómica convergen en un mismo objetivo, que es desarrollar una medicina individualizada, la cual se basa en administrar el fármaco con mayor eficacia y la dosis adecuada desde el primer momento del tratamiento, con la menor posibilidad de presentar reacciones adversas⁵.

Comúnmente, se puede observar la falta de adherencia en los pacientes a sus tratamientos por problemas relacionados con la seguridad y eficacia de estos, y en este proceder tiene mucho que ver la información brindada por los profesionales, específicamente los farmacéuticos, acerca del tratamiento que consume el paciente. Sin embargo, muchos de estos profesionales no tienen conocimiento sobre la relevancia que tiene la genética dentro de la variabilidad de la respuesta a los fármacos, sumándose esta desinformación al problema de salud del paciente. No obstante, muchos de estos profesionales en salud arrastran el desconocimiento sobre esta ciencia desde su formación profesional, ya que en la mayoría de las instituciones esta materia no es impartida⁶.

El Consejo Nacional de Enseñanza Superior Universitaria (CONESUP) menciona que desde la apertura de la carrera de Farmacia en la UIA, el plan de estudio no ha tenido modificaciones dentro de las materias incluidas, y nunca ha estado integrado el curso de farmacogenética y farmacogenómica, a diferencia de otras universidades alrededor del mundo que sí imparten esta asignatura. Esto genera un vacío de conocimiento en esta área para los egresados de la carrera de Farmacia de la UIA, lo cual se suma a la problemática de salud que conlleva el desconocimiento de esta rama⁷. La inclusión de un curso sobre la farmacogenética y farmacogenómica abriría nuevas aptitudes a los futuros profesionales en Farmacia, es decir, se podría utilizar como una herramienta para prevenir, diagnosticar y tratar patologías adecuadamente.

El profesional farmacéutico es fundamental en la implementación de estas nuevas áreas, en donde lo que se busca es darle al paciente una mejor terapia con los tratamientos adecuados, con los fármacos indicados, de tal manera que, en un futuro próximo, las terapias se lleguen a aplicar de manera individual dependiendo del perfil genético de la persona. Esto sería de gran beneficio para pacientes con enfermedades como la artritis reumatoide, el asma, el cáncer, la hiperactividad, la depresión, la esquizofrenia, el glaucoma, la leucemia, la obesidad y el VIH, todo esto con la finalidad de lograr una mejor calidad de vida para ellos⁷.

En relación con lo expuesto anteriormente, se data que en las enfermedades mencionadas, una de las principales problemáticas es la falta de adherencia terapéutica ocasionada por los efectos adversos en los que se ven envueltas las personas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define como adherencia terapéutica el grado en el que un individuo toma el medicamento siguiendo las recomendaciones médicas dadas por el profesional de salud. En las patologías que existe mayor falta de adherencia por parte de los pacientes, ha sido sobre enfermedades crónicas, principalmente debido a cinco factores importantes: factores socioeconómicos, factores relacionados con el tratamiento, factores relacionados con el paciente, factores relacionados con la enfermedad y factores relacionados con el sistema o equipo de asistencia médica.

Los factores relacionados con el medicamento comprenden no únicamente los efectos adversos, sino que se vinculan directamente con el tiempo del tratamiento, complejidad de este, fallos terapéuticos, cambios de farmacoterapia, así como el apoyo por parte del personal médico. Por esta razón, la farmacogenética y la farmacogenómica se muestra como una alternativa de medicina personalizada capaz de ayudar a las personas involucradas con enfermedades crónicas de difícil seguimiento farmacoterapéutico, proporcionándole una mejor adherencia. Para ser más específicos, se demuestra que esta rama de la Farmacia es un punto indispensable de formación académica a futuros profesionales y estudiantado de esta carrera⁸.

1.7 Antecedentes

1.8 Antecedentes históricos

En las últimas décadas, la farmacogenética y la farmacogenómica han estado en un constante desarrollo de investigación, examinando el impacto de la composición genética de cada

individuo y cómo esta afecta la respuesta a drogas, aunque en realidad, estas disciplinas realmente son mucho más antiguas de lo que se esperaba. Se dice que la primera observación documentada fue la de Pitágoras en el año 510 a. C. Él observó que existía una variabilidad en la incidencia interindividual en pacientes con anemia hemolítica en respuesta a la ingesta de frijoles fava. En otras palabras, se trata de uno de los primeros análisis de una reacción adversa a un medicamento.

Actualmente, a pesar de no estar del todo claro, se cree que esta reacción adversa a los frijoles de esta variedad específica responde a una variación genética en una fosfatasa ácida 1 (ACPI) en individuos deficientes en glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PD), lo cual está ligado principalmente al cromosoma X. Esta hemólisis aguda, también conocida ahora como favismo, ilustra un principio importante de la farmacogenómica, el principio universal que plantea que la frecuencia de un polimorfismo genético y el genotipo causal varían significativamente de una población a otra¹⁰.

En esta misma línea, diversos autores destacan la importancia de incrementar el conocimiento en profesionales de la salud acerca de las bases tanto biológicas como moleculares ante las respuestas del organismo hacia los fármacos. Además, se menciona que Vogel fue la primera persona en proponer el término de farmacogenética en el año 1959 y luego en el año 1962, mientras que Kalow fue el primero en escribir una monografía acerca de esta disciplina. En el año 1909 ya se había sugerido que cada individuo podría tener variaciones en el metabolismo y esto a causa de que lo heredaron de sus descendientes. En relación con lo anterior, Motulsky, en el año 1957, mencionó que la aparición de las reacciones adversas en ciertos pacientes por el fármaco estaba siendo causada por variaciones de la actividad genética de cada individuo.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) propuso en el año 1998 un plan básico de educación farmacéutica, en el cual hicieron énfasis en el gran proceso de cambio al que está sometido el área de ejercicio farmacéutico, en donde se incorporaban nuevas materias a los planes de estudios en algunas universidades, así como la farmacia clínica, atención farmacéutica, farmacia hospitalaria y, además, se presentaban cambios en la metodología de enseñanza ya existente, incluyendo en muchos cursos enfoques prácticos con el fin de promover el desarrollo de habilidades de liderazgo y resolución de problemas. El desarrollo de las grandes industrias farmacéuticas y los avances en la medicina obligan a las escuelas de formación de los

farmacéuticos a actualizar y promover la mejora en su proceso de enseñanza, para optimizar la capacidad de estos profesionales¹⁰.

En relación con lo último, Gutiérrez detalla que el docente tiene un papel de gran valor en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, no obstante, con el pasar de los años, los procesos de aprendizaje se han tenido que actualizar e ir adaptando a las nuevas generaciones, preparándose con nuevos procesos de formación académica, dando relevancia a diferentes factores, por ejemplo, el programa del curso impartido, el cual se considera como un documento legal que acredita la información aprendida funcionando como un reconocimiento para otros cursos y carreras.

Estos cursos deben contemplar nuevas técnicas y herramientas que se practicarán durante su desarrollo, evaluaciones del desenvolvimiento por parte de los estudiantes acerca de los temas, habilidades, destrezas y actitudes que se espera que cada alumno despliegue. Además de esto, se promueven las alternativas de acciones para el manejo y soluciones de situaciones en relación con los temas del curso, con el fin de fortalecer el dominio y autoestima de los estudiantes al enriquecer distintas cualidades, valores y formación profesional de ellos¹¹.

1.9 Antecedentes internacionales

Corno et al⁴. realizaron una investigación acerca de cuáles universidades españolas imparten el curso de farmacogenética y farmacogenómica, evaluando diferentes factores, así como el análisis de los diferentes planes de estudio, análisis de las guías docentes, fichas de asignatura, contenidos prácticos y teóricos de la asignatura e inclusive si la materia es de carácter obligatorio u optativo. Se logró evidenciar la importancia de la inclusión del curso detallando que la mayoría de los efectos farmacológicos en el organismo están determinados por productos génicos, en donde se ve involucrada la presencia de la farmacogenética y farmacogenómica, identificando la necesidad de incluir esta materia en el currículum de Farmacia de toda universidad.

Daudén⁷ efectúa una revisión donde se analizan las diferentes partes de la relación que existe entre la genética y la respuesta terapéutica a los medicamentos, así como el concepto, historia, objetivos y diferentes ramas de estudio que se pueden encontrar dentro de la farmacogenética. Este artículo concierne a la investigación, ya que explica la importancia que hay entre la genética y la respuesta a los fármacos, lo que evidencia que este es un tema que debe ser

impartido a los farmacéuticos y que estos profesionales lo deben dominar para así desarrollar un mejor criterio del tratamiento al paciente en función de las características genéticas que este presente.¹²

Naranjo et al.¹² analizan las variaciones interindividuales y entre poblaciones en los genotipos de enzimas metabolizadoras de fármacos CYP2D6, CYP2C9 y CYP2C19 presentes en las poblaciones nativas americanas e iberoamericanas de aproximadamente 6060 adultos de doce países distintos; dicho análisis dio como resultado gran cantidad de variaciones individuales y de población en los genes más trascendentales en la metabolización de fármacos y los fenotipos metabólicos predichos¹⁰. Al igual que en el artículo anterior, se evidencia cuán importante es para la población farmacéutica americana dominar temas relacionados con la genética, ya que esta es de peso en la respuesta a los fármacos de los pacientes.

Amariles et al. detallan el inicio de la enseñanza de la atención farmacéutica en el país de los Estados Unidos en los años noventa. Los autores mencionan que esta disciplina debería de ayudar a mejorar la calidad de vida mediante la dispensación e información de los medicamentos hacia los pacientes, pero, debido al desarrollo que se ha presentado en el área, requiere un cambio de los planes de estudio de los programas de Farmacia en todas las facultades que es impartida esta profesión, con la finalidad de que el futuro farmacéutico adquiera las competencias necesarias para adaptarse a este nuevo enfoque de la medicina¹³.

Sánchez et al.¹¹ mencionan la importancia de los cambios tecnológicos y sociales que han surgido en relación con los medicamentos, razón por la cual es de suma importancia que el estudiantado de Farmacia, desde el inicio de su carrera, esté al tanto del desarrollo diario que existe en esta rama de la salud. De esta manera, no queda duda de la importancia de garantizar una formación adecuada para estar a la altura de las nuevas funciones que tiene este profesional de salud, y para ello, corresponde a los docentes trabajar en esta transformación curricular, involucrando desde la formación de valores hasta la transmisión de habilidades y conocimiento necesario.

1.10 Antecedentes nacionales

Arrieta et al.¹⁸ detallan las iniciativas que hay en el país para el correcto desarrollo de esta disciplina, además, presentan las bases biológicas y la utilidad que se le puede dar a la clínica farmacogenética en Costa Rica. Como conclusión del estudio se demostró que la farmacogenética es un campo que se puede aprovechar, en gran medida, como una nueva disciplina para la práctica clínica, la cual puede generar beneficios en términos de salud, aunque también lo puede hacer en el ámbito económico para el país que decida implementarlo, eso sí, estudios futuros a nivel nacional deben confirmar los beneficios anteriormente descritos. Este estudio es de interés para la investigación, ya que refleja la importancia de la farmacogenética a nivel del desarrollo profesional del farmacéutico en la práctica clínica, específicamente en la elección de tratamientos y a nivel de la población costarricense.

Torres formuló una propuesta curricular para la integración de este curso en el Plan de Estudios de la carrera de Farmacia, esto mediante la comparación de referentes internacionales y nacionales para fundamentar el contenido acerca del curso de Farmacia Veterinaria. Como resultado, se logró confeccionar una propuesta curricular en condiciones para la inclusión del curso de Farmacia Veterinaria en el Plan de Estudios de la Facultad de Farmacia¹⁴. El vínculo de esta tesis con la presente investigación es principalmente el aporte del material necesario para la inclusión de un curso en la malla curricular de la Universidad Internacional de las Américas, el cual tiene como objetivo fortalecer las deficiencias de conocimiento en temas específicos y de bastante peso en la labor profesional diaria de los farmacéuticos¹⁵.

Céspedes¹⁵ evalúa la información en farmacogenética y farmacogenómica de Costa Rica en el contexto de Centroamérica y del Caribe y también determina si existe variabilidad interétnica en cuanto a los genes de importancia farmacogenética, esto mediante la evaluación de publicaciones científicas y variantes alélicas de genes de importancia. En el estudio se concluyó que existe una variabilidad interétnica en la frecuencia de alelos y fenotipos extrapolados de los genotipos de importancia en las poblaciones costarricenses, además de que la *ancestría* puede estar asociada con la variabilidad de los genes CYP2D6, CYP2C9 y CYP2C19. En esta investigación se analiza toda la población costarricense y expone la gran variedad interétnica que existe en los genes de esta población, demostrando que la genética es un aspecto muy importante que debe ser

tomado en cuenta para el tratamiento elegido y que, para ello, los farmacéuticos ticos deben tener una correcta preparación en esta materia.

González¹⁶ presentó una propuesta para agregar a la malla curricular un curso optativo relacionado con dermocosmética, esto mediante el análisis de información académica nacional e internacional para así compararla con los contenidos básicos que requieren los cursos de esta materia e incluirlo en los cursos académicos de la facultad. Como parte de los resultados de la investigación se logró crear un correcto programa de estudios sobre dermocosmética para la inclusión de un curso optativo sobre este tema. Esta investigación tuvo el mismo aporte que la pasada tesis, pues se logró la inclusión de un nuevo curso a la carrera de Farmacia de la UIA para rellenar vacíos de conocimiento.

Arrieta et al.¹⁸ detallan que la farmacogenética juega un papel de gran importancia en el avance de la práctica clínica mediante la selección de una terapia más adecuada hacia el paciente, mencionan que en el periodo comprendido entre los años de julio 2005 y junio de 2010, el Centro Nacional de Farmacovigilancia del Ministerio de Salud de Costa Rica recibió 9936 reportes de reacciones adversas a medicamentos, y expresan que existe la posibilidad de reducir esta cantidad de eventos mediante la caracterización de variantes farmacogenéticas y la escogencia correcta con información necesaria de cada paciente. Así se podría obtener una selección del fármaco y la dosis correcta desde un principio de la terapia, reemplazando, de esta manera, el método comúnmente usado ensayo-error.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Las ciencias y la farmacia

En el presente capítulo se desarrollan los principales conceptos e información fundamental sobre el tema propuesto, para el progreso idóneo de la presente tesis. Para ello, se consideran bases indispensables las ramas de farmacogenética y farmacogenómica, incluyendo su inicio histórico, aspectos relevantes de estudio, patologías involucradas, beneficios a la población, principios pedagógicos para la formulación de un curso y otros datos indispensables para el éxito del proyecto.

Primeramente, se debe destacar la influencia de la historia y la ciencia, las cuales siempre han estado relacionadas. La historia, por su parte, se encarga de recolectar todos los hechos del pasado en documentos y evidencias para, al final, juntarlos y dar la idea del concepto que estudiamos hoy en día. Por otro lado, la ciencia se divide en varias ramas que, con el paso del tiempo, han evolucionado en todos los aspectos y tienen como objetivo procurar llevar un correcto desarrollo de las prácticas médicas, las categorías de las enfermedades, las tecnologías biomédicas y los sistemas de atención en salud¹⁴. Existe variedad de ramas de las ciencias a destacar en este trabajo, tales como la química, biología y genética.

Aproximadamente, a mitad del siglo XIX, la farmacia y la química empezaron a tener un desarrollo exponencial, durante este periodo, estas ciencias se basaron en la investigación y el uso de plantas medicinales, con lo cual sus actividades tomaran un valor como ciencias, profesiones, industrias y negocios. Este trabajo en conjunto de ambas ciencias hizo que en este mismo siglo se empezaran a obtener principios activos de manera sintética, se empezaran a aislar sustancias de origen natural, lo que favoreció al desarrollo de la farmacología experimental¹⁵.

Por otra parte, debido a lo mucho que han revolucionado la ciencia y la tecnología, todos los ámbitos relacionados con la medicina se han visto abrumados, pero al mismo tiempo favorecidos por esta gran cantidad de avances, lo que ha permitido estar más cerca de alcanzar diversos objetivos en cuanto a la salud de las personas. La Biología es una ciencia fundamental, que, con el paso del tiempo, ha sufrido muchos cambios y ha incorporado en sus filas más innovación tecnológica y científica aplicable a muchos campos, entre ellos, la salud¹⁶. En el actual siglo encontramos nuevas ciencias que han surgido de la Biología gracias a los adelantos que ha

tenido esta ciencia, como la Biología Molecular y la Genética, las cuales han puesto al alcance del ser humano el poder del entendimiento biológico del ser humano.

La genética se define como la ciencia encargada de estudiar los fenómenos de la herencia y la variación, esta tardó mucho tiempo en establecerse sobre bases sólidas, sin embargo, gracias a la gran cantidad de avances que se han realizado en esta ciencia en los últimos años, han surgido nuevos conocimientos, los cuales aportan al espacio farmacéutico, específicamente a la farmacología, ya que ha permitido observar cómo las respuestas a fármacos tienen relación con la genética de los individuos¹⁹.

La farmacología estudia la composición y propiedades de los distintos principios activos, su acción en las respectivas dianas biológicas y la forma en como estos componentes activos actúan para ser de beneficio al organismo. Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la farmacología es la variación de las respuestas al fármaco usando una misma droga y dosis; en estas respuestas, la tecnología ha dado con un responsable, que es la genética de cada individuo.

Es indispensable reconocer que los genes consisten en fragmentos de ácido desoxirribonucleico (ADN), el cual se encuentra en el núcleo de las células y tiene en su composición instrucciones que permiten el desarrollo y funcionamiento de los organismos. Se encuentra almacenado en un código de cuatro letras; alteraciones en esta información pueden producir enfermedades, en donde se involucra la farmacogenética para reducir o mejorar los malestares provocados por la enfermedad presente. El genoma, que es el paquete completo de instrucciones, está compuesto por 23 volúmenes de información llamados cromosomas, provenientes del padre y la madre, y cada cromosoma va contener miles de genes²⁰.

2.2 Historia de la Farmacia

Desde los principios de la humanidad se han descubierto diferentes propiedades terapéuticas provenientes de origen biológico e incluso biotecnológico, de las cuales se han ido realizando estudios hasta la actualidad, dando como resultado nuevos tratamientos, formas farmacéuticas e inclusive nuevas teorías de los deberes de los farmacéuticos. En la historia se menciona que la adquisición de conocimientos médicos entre los griegos dio origen a una doctrina

científica, mediante la cual se daban las aplicaciones de yerbas aromáticas, decocciones vegetales, reposo y abundante bebida, estas fueron algunas de las terapias iniciales que se indicaban en presencia de distintos malestares²¹.

Desde entonces, a lo largo de los años, han surgido cambios y nuevas ramas, dando origen así a la profesión farmacéutica, en la que se tiene como una de las responsabilidades primordiales estudiar cada día los nuevos medicamentos y tratamientos para proveer una mejor atención hacia el paciente.

En Costa Rica, la farmacia empezó como una profesión en el siglo XIX, pero la mayoría de las farmacias estaban regentadas por los médicos, debido a la escasez de farmacéuticos en la época y, además, un decreto promulgado por Braulio Carrillo, quien era en su momento jefe de Estado, autorizaba a médicos y cirujanos a regentar en una farmacia. Entre los años 1897 a 1902, sin embargo, surgieron acontecimientos importantes, los cuales originaron un gran cambio en la historia de la farmacia en Costa Rica: se fundó la Escuela de Farmacia y, además, se dio la creación del Colegio de Farmacéuticos. A partir de entonces, la profesión farmacéutica continuó con un progreso relevante, brindando un servicio responsable hacia la comunidad costarricense²².

A nivel nacional, existen cinco universidades entre públicas y privadas que imparten la carrera de Farmacia. Entre ellas se encuentra la UIA, esta obtuvo la aprobación de su apertura el 24 de abril del año 1986, por el Consejo Nacional de Enseñanza Universitaria Privada (CONESUP). Esta universidad se convirtió así en la primera institución de Educación Superior Universitaria Privada, aprobada por este organismo. A finales de la década de los ochenta e inicio de los noventa se construyeron las instalaciones de la sede principal que se conocen hoy en día, ubicadas en calle 23 y avenida 7 bis, en el barrio Aranjuez de la ciudad de San José, frente al complejo cultural Antigua Aduana.

Hasta hoy, esta prestigiosa universidad imparte un total de 21 carreras en las áreas de la Salud, Ingeniería, Arquitectura, Ciencias Económicas, Ciencias Sociales e idiomas, en los grados de bachillerato, licenciatura y maestría. Esta 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 muchos profesionales integrados al mercado laboral²³.

El plan de estudios para la carrera de Licenciatura en Farmacia que propone la UIA cuenta con las siguientes características:

- Modalidad presencial- Diurna/Nocturna
- El título otorgado es de Grado Licenciatura
- La duración estimada es de doce cuatrimestres
- Impartida únicamente en la sede de San José

El perfil del egresado de la carrera de Farmacia en la UIA indica que el graduado es un profesional en el área de la salud con una especialidad en medicamentos y productos de interés sanitario, el cual cuenta con un sentido humanitario, ético y científico, y debe brindar a los pacientes una atención farmacéutica integral. El egresado está capacitado para el trabajo en contextos interdisciplinarios tanto nacionales como internacionales, a los que integra su conocimiento por medio de la investigación científica, el desarrollo y la producción de bienes y servicios requeridos para las áreas de la industria farmacéutica, farmacia clínica e investigación y docencia.

Dentro de las distintas áreas de desarrollo farmacéutico en que se puede desenvolver un graduado de la UIA son:

- Industria farmacéutica
- Farmacia clínica (farmacia hospitalaria, farmacia comunitaria y asistencia primaria en salud)
- Docencia e investigación

Los profesionales en Farmacia gestionan hacia el paciente un uso adecuado de la medicación, con el fin de generar óptimos resultados al mejorar la calidad de vida de las personas en cuanto a los malestares que presenten. Este propósito debe ser inculcado desde los principios de la formación farmacéutica, es así que la universidad desempeña un papel importante para que los futuros profesionales alcancen este objetivo y lleguen a brindar un servicio de calidad. Se

menciona que existen cuatro funciones esenciales de los profesionales en Farmacia, las cuales son manifestadas por la Federación Internacional Farmacéutica (FIP) y la Organización Mundial de la Salud (OMS):

Función 1: Preparar, obtener, almacenar, asegurar, distribuir, administrar, dispensar y eliminar medicamentos

Función 2: Ofrecer una gestión eficaz de los tratamientos farmacológicos

Función 3: Mantener y mejorar el ejercicio profesional

Función 4: Ayudar a mejorar la eficiencia del sistema de salud y la salud pública²⁴.

La atención farmacéutica se relaciona directamente con las distintas actividades que realiza el farmacéutico hacia al paciente, así como la dispensación de medicamentos, seguimiento farmacoterapéutico, farmacovigilancia, consulta farmacéutica, educación sanitaria, uso racional de los medicamentos e inclusive formulaciones magistrales. Como objetivo principal se debe hacer lo posible para alcanzar la eficacia terapéutica, evaluando los problemas de salud del paciente²³.

Tanto en farmacia hospitalaria como en farmacia comunitaria se denota la importancia de la atención farmacéutica, fundamentando que es de gran necesidad la educación del usuario sobre la importancia de la toma del tratamiento como se le indica, con el objetivo de incrementar una adherencia al tratamiento y un uso adecuado, mencionarle el impacto a la contaminación del ambiente cuando hay un uso incorrecto de medicamentos, todo con el fin de mejorar la calidad de vida del paciente.

La adherencia al tratamiento puede verse afectada por diversidad de fenómenos, debido a esto surge la rama de farmacogenética y farmacogenómica como una alternativa para solventar dicha problemática, con el inconveniente de que, a nivel de oferta curricular en las universidades nacionales, esta área no se encuentra en un curso como tal. A nivel internacional, se destaca la Sociedad Española de Farmacogenética y Farmacogenómica, que tiene como objetivo aportar conocimiento para optimizar la seguridad y eficacia de los tratamientos farmacológicos recibidos por los pacientes, esto mediante la impartición de cursos y seminarios dados por profesionales en esta área. El curso de formación en Farmacogenética dirigido por esta organización acoge a

estudiantes universitarios y profesionales en salud que quieran adquirir conocimientos biomédicos, con el objetivo de revisar a profundidad conceptos de genética, farmacología y múltiples tecnologías OMICAS utilizadas en la actualidad²⁵.

A su vez, Genotipia es una plataforma de genética médica que brinda formación a profesionales de la Salud, incluidos los farmacéuticos, en los cuales busca perfeccionar las capacidades y conocimiento en genética médica para mejorar el servicio hacia los pacientes. El curso llamado Experto Universitario en Medicina Genómica, Farmacogenética y Nutrigénica es de modalidad online y, además, une a otras dos organizaciones, forman parte del curso Eugenomic y la Universidad Católica de Murcia, esto con el fin de proporcionar profesionales de calidad.

Se imparte la materia teniendo como objetivo que los estudiantes apliquen correctamente la farmacogenética con el objetivo de predecir la respuesta individual de los fármacos y también una prescripción personalizada, la cual garantiza mayor probabilidad de éxito terapéutico, implementación de medicina preventiva personalizada enfocada en la reducción del riesgo de aparición o desarrollo de diversas patologías, entre otros conocimientos²².

2.3 Enseñanza universitaria

La enseñanza universitaria ha logrado grandes avances desde sus inicios hasta la actualidad. Los modelos de formación de todos los países han cambiado con el fin de crear profesionales capaces de cumplir con las necesidades actuales de la sociedad, y sin importar el área de estudio, estos se ven obligados a dominar la tecnología, la cual hoy en día brinda grandes ventajas tanto en la vida laboral como en la enseñanza, esta se ha convertido en una herramienta que logra brindar información de diversas maneras.

En consecuencia, innovar la educación es un aspecto crucial para la sociedad, en la que el profesorado universitario tiene una gran responsabilidad en este aspecto, ya que estos son los encargados de lograr transmitir sus conocimientos a los estudiantes; por ello, actualmente, existen varios factores que influyen en la efectividad de los actuales programas de formación pedagógica del profesorado universitario, así como la disponibilidad del tiempo, la mentalidad del profesorado, buenas prácticas y distintas estrategias que permitan un buen desempeño del docente.

A continuación, se presentan conceptos principales acerca del proceso enseñanza-aprendizaje, en el ámbito universitario.

2.4 Metodologías pedagógicas y técnicas educativas

El proceso de enseñanza y aprendizaje comienza en su sentido más amplio con los actores principales, el docente y el estudiante, ellos desempeñan un papel establecido dentro de un marco social y estructuralmente determinado. El proceso inicia en el momento en que se establece la comunicación, cuando cada actor aporta su experiencia personal, basada en su entorno social.

En cuanto a las metodologías pedagógicas, estas se refieren a las acciones que se implementan desde el aula para propiciar el aprendizaje. Las últimas tendencias en educación se remiten a un estudiantado más activo, dejando de lado las lecciones tradicionales y estableciendo una relación intrínseca con las experiencias previas y el contexto de los estudiantes. Sin duda alguna, la metodología de enseñanza y aprendizaje deben ser de aplicación flexible, además, se debe caracterizar por respetar y adaptarse a las necesidades y perfil del estudiante.

Ahora bien, la expresión de hacer una docencia de calidad se traduce en el despliegue de una serie de actividades orientadas o técnicas para así conseguir el logro de un aprendizaje de calidad en que, así como se debe tener una sólida base de conocimientos teóricos y prácticos combinados en virtud de la experiencia, también se deben tener las competencias profesionales docentes que permitan la planificación y ejecución de actividades con autonomía²⁶.

En este sentido, una respuesta a estos últimos requerimientos ha sido el desarrollo de metodologías de enseñanza-aprendizaje desde los enfoques basados en habilidades blandas y en perspectivas constructivistas.

Para los efectos de la presente investigación, se conceptualiza la mediación pedagógica en disciplinas como la farmacia como un conjunto de estrategias, instrumentos, recursos y acciones del docente en el aula a través de las cuales el docente interviene en alguna forma como mediador entre los objetivos, habilidades blandas y contenidos para el aprendizaje planteados desde el currículo y el estudiantado. Este proceso se caracteriza por tener un carácter reflexivo e

intencionado por parte del personal docente, y ocurre primordialmente en el aula, la cual se constituye en el microambiente de aprendizaje, donde se da la interacción constructivista entre el profesorado y un grupo de discentes²⁷.

A manera de conclusión, se determina que las estrategias metodológicas orientadas al aprendizaje activo y las habilidades blandas se constituyen en uno de los pilares de la mediación pedagógica en el paradigma constructivista, en las cuales se concibe al estudiantado como el referente del proceso de enseñanza y aprendizaje al ser participantes en la construcción de sus propias estructuras cognitivas, lo cual conduce a un aprendizaje significativo.

2.5 Enseñanza

La enseñanza está ligada a las estrategias que utiliza el docente para lograr la comprensión de contextos, fenómenos, conceptualizaciones o situaciones cotidianas. La enseñanza, en este caso, forma parte intrínseca y plena del proceso educativo y posee como su núcleo básico al aprendizaje. En esta, se encuentra incluido el aprendizaje, constituye en el contexto escolar un proceso de interacción e intercomunicación entre varios sujetos y, fundamentalmente, tiene lugar en forma grupal, en el que el maestro tiene un lugar de gran importancia como pedagogo, que lo organiza y lo conduce, pero tiene que ser de tal manera que los miembros de ese grupo (alumnos) tengan un significativo protagonismo y le hagan sentir una gran motivación por lo que hacen²⁸.

A continuación, se detalla el rol del docente, el discente y la familia en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

2.7 Rol docente en ámbito universitario

En el proceso de aprendizaje, el docente es vital para la formación, transmisión de conocimientos y el establecimiento de valores para la vida. Respecto a lo anterior, Tobón, menciona:

El docente va a sumar dentro de su práctica educativa diferentes creencias, convicciones y escalas de valores que, sin lugar a duda, va a transmitir en su discurso pedagógico con sus alumnos. Por ello, debe ser totalmente consciente del compromiso educativo que tiene con

sus discípulos y, en la medida de lo posible, debe mostrarse con el mayor grado de neutralidad para conseguir formar a estos niños dentro de los cánones de la libertad de pensamiento y de crecimiento, así como dotarles de un amplio bagaje de conocimientos y puntos de vista, que les posibiliten adquirir esa actitud crítica tan ansiada y que tanto escasea en nuestra sociedad actual²⁹.

Por su parte, Tobón²⁸ señala que ser docente en el ámbito universitario es una vocación especial, puesto que tiene como tarea educar y formar a las nuevas generaciones, lo cual es de crucial importancia para el desarrollo del futuro de un país. Asimismo, continúa afirmando que las personas docentes se constituyen en uno de los factores con mayor influencia en el logro del aprendizaje de sus estudiantes, puesto que los ve como administradores del proceso de enseñanza-aprendizaje en el salón de clases, donde pueden motivar a sus alumnos, dar forma a sus mentes y hacerlos miembros responsables de la sociedad.

De esta forma, la función del profesorado es ser un actor secundario, dejando a los estudiantes el protagonismo. La función de motivador, desarrollo de competencias y habilidades hace de este un agente de cambio en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

2.8 Rol de la persona estudiante universitaria

El discente, por su parte, adquiere un papel totalmente protagónico en el proceso enseñanza-aprendizaje; desde luego, parte de lo esencial es dejar que los maestros y profesores se libren de la responsabilidad de tener el control. Las actividades de mediación que los docentes planifican siempre deben estar en función de los discentes. Guerra indica lo siguiente respecto a la labor del alumnado:

.... la corresponsabilidad del alumno se convierte en la piedra angular sobre la que construir el ya nombrado nuevo enfoque metodológico para la docencia. La incorporación de juegos de estrategia como métodos de enseñanza-aprendizaje fundado en un reparto entre los alumnos de papeles concretos para la simulación de perfiles y funciones profesionales diversas, no solo ayuda a ejemplificar y afianzar el punto de partida enunciado, sino que

permite profundizar en los conocimientos teóricos de la asignatura y reflexionar, incluso, sobre las implicaciones éticas del ejercicio profesional³⁰.

Es así como uno de los mayores desafíos del proceso educativo y en especial del educador es lograr que el estudiante adquiera un aprendizaje comprensivo, para potenciar un adecuado desarrollo que responda al reto de un mundo que cambia aceleradamente y que en el ámbito de la farmacia, se torna cada vez más esencial.

2.9 Aprendizaje en el ámbito universitario

Sin duda alguna, el aprendizaje dentro del ámbito universitario se considera como proceso universal, se produce en las más diversas circunstancias de la vida del sujeto, en cualquier situación donde sea posible apropiarse de la experiencia concretizada en los objetos, fenómenos y personas que lo rodean y que guardan una estrecha relación con el quehacer disciplinario.

Otra conceptualización de aprendizaje es aquella que menciona que es el proceso dialéctico de apropiación de los contenidos y las formas de conocer, hacer, convivir y ser construidos en la experiencia sociohistórica, en el cual se producen, como resultado de la actividad del sujeto y de la interacción con otras personas, cambios relativamente duraderos y generalizables, que le permiten adaptarse a la realidad, transformarla y crecer como personalidad³¹.

Es importante enfatizar que el proceso de enseñanza aprendizaje en el ámbito universitario y más específicamente en la disciplina de la Farmacia involucra aspectos teóricos, técnicos y prácticos; por ello, se debe enfatizar su conceptualización, así como el papel del profesorado. En este sentido, el aprendizaje implica un proceso de construcción y reconstrucción, en el que los aportes de cada estudiante juegan un papel decisivo y le otorgan sentido a lo que aprende en relación con su realidad.

El papel del docente dentro de un proceso de enseñanza aprendizaje a nivel universitario debe ser el de orientador, guiando al estudiante en su proceso de aprender a aprender mediante un interaprendizaje donde se le involucre a él, a los pares, el entorno y los procesos interdisciplinarios.

Por esta razón, se deben desarrollar en los estudiantes habilidades y competencias que los faculten a desenvolverse en la sociedad, en las empresas en donde laborarán, para que pueden adaptarse a sus constantes cambios. Por ello, se le llama a la pedagogía universitaria la práctica social de proporcionar a los sujetos que conforman una sociedad, los medios para estructurar sus propias experiencias con base en los saberes acumulados³¹.

La estructura de los saberes y como estos se interrelacionan debe ser un elemento de análisis al plantear el proceso de enseñanza aprendizaje, mencionan que la educación es un proceso de formación integral, de acceso al pensamiento crítico, creativo y proactivo, y de construcción del saber con miras a fomentar en los estudiantes la conciencia de aprender, la habilidad de estudiar y el rigor intelectual³².

Es por esta razón que uno de los mayores desafíos del proceso educativo en el ámbito universitario es que la persona estudiante logre desarrollar un verdadero aprendizaje significativo en cualquier carrera que curse, lo anterior para potenciar un adecuado desarrollo que responde al reto de un mundo que cambia aceleradamente. Todo aprendizaje implica una modificación de algún conocimiento previamente construido, en los niveles inferiores del ciclo de estudios.

En este sentido, para alcanzar un real aprendizaje significativo, se debe hacer especial énfasis en los aspectos metodológicos y prácticos de la enseñanza, el contexto social, institucional, grupal e individual y la experimentación de obstáculos del ambiente en donde se imparten la lecciones, sean estos virtuales o presenciales, constitutivos del proceso de enseñanza aprendizaje, aunque, en este momento, el sistema educativo presta más atención a la didáctica que a la pedagogía, no solo desde la administración de los diseños curriculares, sino también desde la esencia de la clase, desde el rol docente³⁰.

2.10 Estrategias de aprendizaje novedosas

Es necesario pensar o repensar la manera en que se enseña desde las aulas universitarias, luego de los cambios producidos a raíz de la COVID-19, se debe replantear la concepción en las temáticas, las metodologías, didácticas, formación y actualización de los programas de estudios de las diferentes carreras que se ofrecen en Costa Rica.

En este sentido, analizar y proponer soluciones desde el quehacer universitario conlleva permear en lo crítico de la realidad actual y su entorno; sin duda, esto es uno de los principales objetivos de la enseñanza y con ello se puede modificar, crear o transformar la realidad de los sujetos y la sociedad, sin embargo, el paradigma presente en el proceso educativo es que la educación ha pretendido dar parte preferente al aprendizaje como hecho cognitivo, construccionista o conductual, posiblemente buscando patrones, dejando a un lado lo complejo de la pedagogía y de la didáctica como su aplicación²⁸.

De ahí que desde las diferentes autoridades universitarias de Costa Rica se deben establecer e implementar nuevas políticas educativas, contextualizadas a la realidad actual de las personas estudiantes universitarias que promueven la creatividad, la participación, la responsabilidad, la equidad, la inclusión social mediante la innovación y el fortalecimiento de la ciudadanía. Desde luego, las nuevas tendencias en otros sistemas educativos en la Educación Superior exigen un alumnado preparado para enfrentar las nuevas disposiciones en un mundo cambiante y en desarrollo, y como base de esas nuevas tendencias se ha establecido, desde su base psicológica y social, el aprendizaje constructivista.

Desde esta posición, el constructivismo en ambientes universitarios brinda principios generales del papel del estudiante en la construcción de su aprendizaje. Tomando como base su propia experiencia, se puede afirmar que en cada uno la imaginación y la creatividad se encuentran presentes, por tanto, se evidencian en cada proceso que se desarrollen, por lo que el estudiante, cuando se enfrenta a este tipo de estrategia metodológica, imprime su razonamiento, análisis e innovación.

De acuerdo con lo anterior, según la UNESCO, para el constructivismo, la apropiación y construcción del conocimiento, aunque es una responsabilidad y tarea personal, es a la vez un proceso social. No necesariamente se da el aislamiento estando solos ante un libro o ante un paquete programado. El trabajo grupal, la cooperación, el lidiar juntos con el problema, el aprender a escuchar argumentos, la posibilidad de externar opiniones que sean sometidas a valoración personal por los otros, el compartir alternativas y buscar caminos permiten el crecimiento personal y grupal.³²

Por lo que claramente, el enfoque constructivista se encuentra dirigido a promover el aprendizaje de tal manera que el estudiante profundice el conocimiento, interactúe directamente con el contenido, relacione las ideas obtenidas con la experiencia previa y la cotidianidad, es decir, construya su propio esquema de ideas sobre un cuestionamiento dado, lo que le permitirá insertarse dentro de un sistema globalizado con nuevas tendencias de aprendizaje.

2.11 La importancia de la mediación pedagógica en el ámbito universitario

El proceso de mediación pedagógica en la planificación es fundamental para cumplir con los objetivos de los planes de estudio universitarios, donde el compromiso y la visión de la persona docente juegan un papel muy importante en el diseño de las actividades que propicien el desarrollo de las habilidades técnicas y blandas en el estudiantado. Para efectos de este trabajo, se hará énfasis en la planificación de actividades de mediación para el desarrollo de habilidades actitudinales en el proceso formativo.

Como primer aspecto a desarrollar, se abarca la planificación como parte del proceso de mediación pedagógica y llevado a cabo en el diseño de las actividades propuestas para que las personas estudiantes interioricen tanto los aspectos técnicos como las competencias blandas, donde interviene la experiencia, el conocimiento técnico y la investigación del profesional a cargo del curso, para que se incluyan dentro de las actividades propuestas las últimas tendencias de formación, de manera que se trabajen, de forma continua, las habilidades actitudinales³³.

Consecuentemente, se abordan las estrategias de mediación pedagógica que apoyen el proceso de planificación curricular, donde se definan actividades didácticas para el desarrollo de los contenidos curriculares. Se definirá qué es una estrategia de mediación de los aprendizajes y su importancia en la generación de las habilidades blandas, impregnándole sentido y motivación a los contenidos de manera coordinada hasta que se logren alcanzar los objetivos propuestos. En estas se debe tomar en cuenta las capacidades individuales de cada una de las personas estudiantes para guiar de forma atinada y pertinente el proceso de formación.

Como parte esencial en el proceso de planificación se encuentra la evaluación de los aprendizajes, la cual es la que permite al personal docente conocer el avance de cada una de las

personas estudiantes con respecto a los objetivos de aprendizajes propuestos en los planes de estudio del área disciplinar, en este caso el de Farmacia. Es así como desde la perspectiva de esta investigación se torna esencial establecer una verdadera planificación educativa en la carrera de Farmacia.

2.12 Planificación curricular en el área de Farmacia

Particularmente, en lo que se refiere a la formación del farmacéutico y en la planificación curricular, el nuevo enfoque profesional centrado en el paciente, los avances tecnológicos, el desarrollo de la biotecnología, la ingeniería genética y el aumento del arsenal farmacológico, sumados a la apertura de fronteras y el fenómeno de la globalización, se han constituido en la base para el rediseño de los planes de estudio en sintonía con su ejercicio profesional y su entorno.

El papel tradicional del farmacéutico en el suministro de medicamentos y como administrador y abastecedor de insumos ha sido reemplazado por un rol activo en relación con los medicamentos y su acción con el paciente, formando parte de grupos multidisciplinarios y siendo corresponsable de las farmacoterapias. En la actualidad, se identifica al farmacéutico como un experto en medicamentos para el tratamiento de las enfermedades y en la promoción de la salud, desde el desarrollo del medicamento hasta su beneficio final para el individuo y la sociedad en general. En otras palabras, el farmacéutico debe ser capaz de consolidar su sólida formación científica con la integración práctica de los conocimientos³².

Es así como con el paso de los años, los procesos de planificación en las organizaciones educativas y en la disciplina farmacéutica se han enfrentado a ajustes de trascendental importancia, que han permitido que se pase a una contratación basada en aspectos técnicos y objetivos, relacionados con la función de procesos más complejos, donde se realiza una valoración integral en el área curricular, considerando aspectos tan importantes como lo son las competencias blandas, aquellas que implican el ser, el saber y el saber hacer.

Producto de la globalización se produce una reforma en la disciplina farmacéutica, la cual, aunada con los acelerados procesos tecnológicos y sociales, exige a las instituciones educativas dar respuesta a las demandas de la época. Actualmente, se demanda un aprendizaje técnico continuo que, a su vez, se asocie con el constante desarrollo en las competencias transversales, es

decir, las que no van unidas a ninguna disciplina y adoptan un protagonismo innegable ante la excesiva demanda productiva del sector, y que determinan una revolución en los procesos de selección de personal.

En el marco de la calidad de la educación, se revelan las competencias de los protagonistas y autores del sistema educativo, para lo cual conviene mencionar que “una competencia implica un saber hacer (habilidades) con saber (conocimiento), así como la valoración de las consecuencias del impacto de ese hacer (valores y actitudes)”, tres elementos asociados con los conocimientos, habilidades, actitudes y valores³⁴.

En vista de la calidad en el sistema educativo, en la era del siglo XXI, la gerencia moderna está orientada a potenciar con mayor énfasis las competencias profesionales y habilidades sociales. Esta transformación presume la necesidad de que tanto el gerente educativo como el cuerpo docente estén dotados de las herramientas indispensables para comprender las oportunidades y redescubrir soluciones ante los conflictos y problemáticas que normalmente se suscitan en las comunidades de aprendizaje, por lo cual deben garantizarse los saberes y las competencias que les demandarán los procesos por seguir.

Es así que los estándares juegan un papel importante en la planificación curricular a nivel universitario, estos se conceptualizan como niveles o referencias de calidad predeterminada por un determinado organismo o institución. Los estándares de calidad o de excelencia sobre instituciones o programas de Educación Superior son establecidos previamente y, de forma general, por una agencia de acreditación. Implica un conjunto de requisitos y condiciones que la institución debe cumplir para ser acreditada por esa agencia. Suele requerir, además, que la institución tenga establecidos sistemas de control de calidad propios. Los estándares tradicionales están organizados según las funciones de la organización: misión, gobierno, profesorado, programas y planes de estudios, servicios a los estudiantes, biblioteca, otros recursos físicos y recursos económicos. Ello da lugar a una evaluación global de la institución o programas³².

Plan de la carrera de Farmacia en la UIA

Figura 2. Plan de estudios en la carrera de Farmacia UIA.



Fuente: Universidad Internacional de las Américas (2022).

De acuerdo con la información suministrada por la UIA, los siguientes son los elementos básicos del perfil de la persona estudiante de Farmacia en el recinto universitario:

- Altos valores
- Habilidades para la investigación
- Tener disciplina y organización
- Habilidades para trabajar en equipos disciplinarios
- Capacidad para comunicarse de forma asertiva
- Adaptación a los cambios
- Saber realizar cálculos y proyecciones

- Persona íntegra
- Alto interés en desarrollar las capacidades de síntesis y análisis crítico
- Actitud proactiva
- Emprendedora
- Tener hábitos de estudio y constancia en el mismo
- Interés por la investigación científica
- Excelente servicio al cliente³⁵.

En lo que respecta al perfil del egresado, se mencionan los siguientes:

El egresado de la Licenciatura en Farmacia de nuestra Universidad es 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 integra 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. Aquí todo lo que necesita saber sobre la carrera de Farmacia³⁵.

Finalmente, respecto al campo laboral, se mencionan los siguientes:

- Industria farmacéutica
- Farmacia clínica (farmacia hospitalaria, farmacia comunitaria y asistencia primaria en salud)
- Docencia e investigación.

2.13 Farmacogenética y farmacogenómica

2.14 Farmacogenética

La farmacogenética se conoce como el estudio de las variaciones interindividuales en la secuencia de ADN de genes específicos y su relación con la eficacia y la toxicidad de un fármaco. En cuanto a la farmacogenómica, demuestra cómo los genes están relacionados con la respuesta hacia los medicamentos, en otras palabras, es la aplicación de la farmacogenética al genoma completo en donde también se ve involucrada la epigenética.

En cada individuo encontramos una variabilidad en la secuencia de sus genomas, en donde estos marcadores genéticos han sido claves para predecir un diagnóstico y determinar un tratamiento ideal. La reducción al disminuir la aparición de efectos adversos y la toxicidad, y maximización en la eficacia de los medicamentos es el objetivo principal de la farmacogenética y farmacogenómica.

Seguidamente, se considera clave la variabilidad en su secuencia de los genomas humanos, esto debido a que es donde se pueden localizar determinados marcadores genéticos que sirven para el avance de la medicina moderna, ya que brindan información sobre las manifestaciones clínicas y respuesta farmacológica esperada, o sea, que se pueden considerar los marcadores genéticos como un medio fundamental tanto para el diagnóstico como para el seguimiento de determinadas patologías, esto al ser empleados como herramientas pronósticas/predictivas.

La relación directa de la farmacogenética con la farmacogenómica se da desde el comienzo de la comprensión de las bases moleculares involucradas en la salud y la enfermedad. En otras palabras, se procede a aplicar la farmacogenética al genoma, entonces pasa de ocuparse a nivel de ADN como genética a comprender terminología de epigenética³⁶.

Es fundamental comprender que el genoma humano es un conjunto de material genético del ADN contenido en 23 pares de cromosomas, en donde de cada par, uno corresponde a la madre y otro al padre. A partir del genoma, se podría decir que es la base de todo ser vivo, este guía su crecimiento, determina características físicas e inclusive la base informativa de algunas enfermedades que presente el cuerpo.

Conocer de una mejor manera el genoma de cada individuo trae beneficios, además, se puede predecir cómo se reacciona ante la administración de algún medicamento, lo que permitiría

la elección de medidas de prevención o un tratamiento más adecuado, determinación del riesgo que pueda presentar alguna persona para un trastorno específico aun antes de que se presenten los síntomas e inclusive en parejas que quieran concebir, se pueden realizar pruebas para ver las variantes genéticas que estos tienen y las posibilidades de algún riesgo³⁷.

2.15 Pruebas Genéticas

Existen seis diferentes pruebas genéticas, las cuales se detallan a continuación:

1. Las pruebas diagnósticas tienen como finalidad confirmar o descartar el padecimiento de algún trastorno genético ayudando a tomar una decisión médica correcta para tratar la enfermedad.
2. Pruebas predictivas son aquellas que ayudan a determinar el riesgo de alguna enfermedad genética si tiene algún pariente cercano con la enfermedad.
3. Pruebas reproductivas, las cuales consisten en ver información del padre y de la madre que quieran concebir un hijo, para así determinar antes o después del embarazo si puede llegar a existir alguna complicación.
4. Las pruebas directas son realizadas mediante una muestra de saliva o sangre con la cual se puede brindar información de los antepasados, riesgo potencial de enfermedad y parentesco.
5. Pruebas forenses utilizadas en fines legales para la identificación de familiares biológicos, sospechosos y víctimas en crímenes.
6. Las pruebas farmacogenéticas son consideradas uno de los grandes avances en la ciencia, ya que logran indicar cómo va a reaccionar cada individuo a cierto medicamento, logrando así la obtención de información valiosa para el médico tratante, para que este adecue el mejor tratamiento para la enfermedad³⁷.

2.16 Técnicas farmacogenéticas

En cuanto a las técnicas farmacogenéticas, existen distintas pruebas que se pueden utilizar para la detección de secuencias tanto de ADN como ARN, con el fin de realizar una prueba farmacogenética. En cuanto a la elección de cuál tecnología utilizar, será determinada por los

factores como complejidad de secuencia del objetivo, resultados cuantitativos frente a los cualitativos y requisitos de sensibilidad y disponibilidad de personal capacitado en el laboratorio.

Al realizar pruebas que requieren análisis de información genética, los métodos de amplificación de PCR son los de mayor utilización debido a que el PCR cuenta con extrema sensibilidad y, además, los profesionales ya se encuentran personalizados con el método. Asimismo, se incluyen en las pruebas métodos de secuenciación de bases e hibridación, los cuales son adecuados para la detección de polimorfismos de un solo nucleótido, secuencias específicas y detección de mutaciones.

Cuando se requieren pruebas para niveles de mayor complejidad de información de secuencia como lo son mutaciones múltiples o secuencias para producir un resultado de prueba efectiva, se utilizan diversas tecnologías como secuenciación, chips de AND, métodos de prueba de SNP basados en alto rendimiento. Todas estas técnicas están siendo empleadas en la actualidad para el análisis de marcadores genéticos. Algunos métodos como el polimorfismo de fragmentos de restricción (RFP) y la PCR específica de alelo; no obstante, no existe un método que funcione bien para todos los polimorfismos genéticos³⁸.

2.17 Pruebas farmacogenéticas en el futuro

Dos factores podrían llegar a afectar la disponibilidad de las pruebas genéticas para lograr la selección de una terapia con fármacos: las tecnologías utilizadas y la validación de las pruebas, aunque todavía es necesario obtener mejoras en la automatización en cuanto a la preparación de la muestra, la velocidad y el costo de la prueba. Para lograr el desarrollo de pruebas farmacogenéticas de uso clínico existe un mayor obstáculo, que es el establecimiento de una apropiada validación de las pruebas siendo precisas, replicables y capaces de reproducirse generando resultados analíticos válidos.

Ahora bien, para lograr que una prueba sea clínicamente válida es necesario que prediga una adecuada asociación del resultado de la prueba con un resultado clínico, pero aun así, debido a la gran cantidad de genes, pueden existir, de la misma manera, múltiples alelos contribuyendo de forma independiente a la respuesta del fármaco. Es por esto que demostrar que una prueba sí es

apta para una validez clínica debería poder ofrecer un resultado útil, y se podría lograr esto mediante cuidadosos estudios clínicos³⁹.

Respecto a lo mencionado con anterioridad, se nota que sí existen limitaciones para poder incluir la farmacogenómica, y una de ellas es la dificultad de poder establecer con precisión la utilidad de los marcadores identificados para los pacientes. Otras dificultades que se presentan es la posibilidad de realizar ensayos clínicos guiados por farmacogenética, la cual es impracticable para muchas drogas e inclusive un proyecto que involucre una muestra grande de pacientes tratados con el mismo fármaco y poder recopilar sus datos clínicos detalladamente, es una gran dificultad.

Por lo tanto, es necesaria la creación de consorcios tanto nacionales como internacionales que tengan como objetivo poder recopilar un gran número de muestras homogéneas para poder lograr un nivel de evidencia requerido, lograr establecer la utilidad de un marcador y que este se pueda incorporar para un uso rutinario⁴⁰.

2.18 Costos de tratamientos y farmacogenética

La farmacogenética ha sido un tema de relevancia en cuanto a costos de tratamientos, de manera que si se logra un mayor avance, con el transcurso de los años sería de gran beneficio tanto para el profesional como para el paciente. Un claro ejemplo está dado por el medicamento de la glibenclamida, el cual es del grupo sulfonilureas, su función es para estimular las células beta pancreáticas, dando como resultado un aumento en la insulina preformada, pero, a pesar de que hay un gran porcentaje de heterogeneidad hacia la respuesta del tratamiento, existe aproximadamente entre un 5 % y un 7 % de pacientes que, al ser tratados con sulfonilureas como monoterapia, deben cambiar su tratamiento a insulina al cabo de un año debido a una falla en el tratamiento.

Según distintas investigaciones de lo mencionado anteriormente, esto podría ser causado por una mutación en el gen codificante a los canales de potasio de las células beta pancreáticas, principalmente en individuos con diabetes tipo 2. Si se aplicara la farmacogenética en todo tipo de pacientes y en la mayor cantidad de enfermedades posibles, se podría elegir la terapia más adecuada, previniendo de esta manera la falla terapéutica y generando un ahorro económico

significativo, tanto para el paciente como para la institución que le brinda el acceso al medicamento³⁸.

2.19 Proyecto Genoma Humano

El proyecto genoma humano fue originado a mediados de la década de los años ochenta, cuando se realizaron una serie de descubrimientos importantes, así como en el año 2001, cuando se publicó por primera vez el número total de genes que posee la especie humana, un aproximado de treinta mil genes, y de esta cantidad total que consta el genoma humano, únicamente un 10 % muestra relevancia en el campo de la farmacogenómica.

Además, se denota la existencia de variaciones en el ADN humano, donde se hallan los polimorfismos de nucleótido exclusivo: SNP (Single Nucleotide Polymorfism). Se tiene conocimiento de que en el genoma humano existen unos diez millones de SNP, donde una media podría estar dada en 1 por cada 1300 pares de bases, y algunas de estas combinaciones podrían ser las causantes de la susceptibilidad a patologías, resistencia a patologías y la respuesta hacia los fármacos.

Por otra parte, en la actualidad se dispone de páginas web como PharmGKB, la cual proporciona gran cantidad de datos acerca de la farmacogenética; además, se detallan resultados de diversas publicaciones científicas, en las que se logra explicar cómo la alteración genética entre las personas ocasiona diferencias en la respuesta de los fármacos⁴¹.

2.20 Oportunidades económicas y desafíos para la farmacogenómica

La economía se considera una herramienta decisiva en cuanto a la asignación de un recurso en el área de salud, ya que es necesario valorar el costo beneficio de esta. En el campo de la farmacogenómica se prevé que, a futuro, las pruebas en esta área sean rentables logrando beneficiar al paciente al proporcionar información para poder mejorar la eficacia del fármaco que va a utilizar y reducir la toxicidad; no obstante, como primer paso para poder demostrar los beneficios económicos es necesario que la farmacogenética brinde suficiente evidencia en su efectividad

clínica y esto únicamente se podría lograr con una mayor participación de expertos del área y haciendo énfasis en incluir costos en la determinación del valor de las pruebas farmacogenómicas.

Si bien es cierto, los procesos para el desarrollo de nuevos fármacos cada día son más costosos y, además, ineficientes, existe entre los pacientes una preocupación, inclusive sobre la seguridad de los medicamentos comercializados. Los profesionales en el área de salud tienen claro que ante la administración de cada fármaco, su respuesta podría ser distinta en cada individuo, sin embargo, acá se puede involucrar la farmacogenómica de manera que esta variabilidad dé respuesta a los medicamentos. Se puede explicar por diferencias genéticas entre los individuos por lo que la farmacogenómica se encargará justamente de reducir estas preocupaciones tanto a nivel de los profesionales como de los pacientes, mediante la realización de pruebas basadas en la genómica, que logren predecir la respuesta hacia el tratamiento.

Ahora bien, en el área económica, el desarrollo en la farmacogenómica ofrecerá beneficios debido a que se puede deducir que si es un medicamento a largo plazo, en una terapia dirigida, los pacientes tienen más probabilidades de mejorar en su salud con mayor rapidez, y si es a corto plazo, se lograría evitar medicamentos que puedan ser inseguros e inclusive ineficaces en el paciente. Estas mejoras traerían grandes cambios debido a que los costos en relación con la atención médica cada vez son mayores⁴².

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

El tercer capítulo tiene la finalidad de explicar la metodología utilizada para la investigación, cuyo objetivo principal es analizar la importancia de la inclusión de un curso integrado de farmacogenética y farmacogenómica clínica para la atención personalizada de pacientes, según sus necesidades, en la propuesta curricular de la carrera de Farmacia de la UIA. Por ello, resulta importante reconocer estas dos ciencias como una herramienta para el avance de la salud pública en el ámbito de la elección de tratamientos, así como determinar las formas de recolección de información para conformar el curso que será agregado al programa.

3.1 ¿Qué es una investigación?

Según Barrantes⁴³, el origen de la palabra ‘investigación’ proviene del latín *investigativo*, que significa seguir un rastro. Investigación es el estudio de técnicas y procedimientos, con el propósito de adquirir nuevos conocimientos, nuevas explicaciones a las hipótesis planteadas, por lo que podemos decir que una investigación surge cuando hay un problema, un hecho o una circunstancia que habría que definir, examinar, valorar y analizar profundamente para después intentar dar solución a la hipótesis planteada, mejor dicho, se puede definir como la exploración intencionada de conocimientos o soluciones a paradigmas que pueden ser de carácter cultural o científico, es la búsqueda permanente de la verdad utilizando un método adecuado y puntual.

3.2 Características de un problema de investigación

De acuerdo con Barrantes⁴³, generalmente, las ideas de la investigación son amplias y requiere un análisis profundo y cuidadoso, con el fin de poder plantear la hipótesis de una manera precisa y estructurada, para ello es necesario familiarizarse con el tema a desarrollar. Para lograr este objetivo, se debe analizar la información en bases de datos, libros, periódicos, artículos de revistas, así como se debe conversar con personas que tengan conocimiento en el tema, especialmente aquellos que han realizado estudios parecidos sobre el tema.

Los diseños de investigación no son rígidos, son abiertos, emergentes y nunca completos, están creados para ser utilizados donde se realiza el objeto de estudio, generalmente, sin criterios previamente establecidos, sino construidos bajo los requerimientos de la investigación. Para este efecto se utiliza una lógica de análisis como son el descubrimiento, exploratorio, expansionista,

descriptivo e inductivo, dando énfasis al análisis de los procesos. A continuación, se enunciará un cuadro comparativo que permite ver las diferencias esenciales entre ambos paradigmas.

Tabla 1. Cuadro comparativo paradigma positivista y naturalista

PARADIGMA	POSITIVISTA	NATURALISTA
Interés de la investigación	Explicar, predecir	Comprender, interpretar
Naturaleza realidad (Ontología)	Dada, tangible, <i>fragmentable</i>	Construida holística
Relación sujeto-objeto	Independiente neutral	Interrelacionada, comprometida
Propósito	Generalización libre de contexto tiempo y explicaciones	Explicaciones ideográficas en un tiempo y espacio
Explicación	Causa-efecto	Interacción de factores
Papel de valores (axiología)	Libre de valores	Valores dados que influyen en el proceso
Fundamentos	Positivismo lógico	Fenomenología
Teoría/práctica	Disociadas	Relacionadas
Criterios de calidad	Validez, objetividad	Credibilidad, triangulación, cuantitativas
Técnicas	Cuantitativas	Cualitativas
Análisis de datos		

	Estadísticos (cuantitativos) resultados	Inducción analítica (cualitativos) procesos
--	--	--

Fuente: Barrantes, R. Metodología de la Investigación. EUNED. 2014.

3.3 Paradigma de investigación

Existen diferentes definiciones para paradigma, sin embargo, en este caso se utilizará la que más se adapte a la necesidad de la investigación. Así mismo, se selecciona el paradigma de investigación naturalista.

Según Barrantes⁴³, el paradigma naturalista centra su interés en “el estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social... La finalidad de la investigación es comprender e interpretar la realidad, los significados de las personas, las percepciones, las interacciones y las acciones⁴³. Este paradigma está estrechamente ligado con el enfoque cualitativo, ya que se enfoca hacia la profundización y comprensión desde el punto de vista del problema.

Debe existir una estrecha relación entre el investigador y el objeto estudiado, de forma que exista un intercambio que permita información valiosa para la investigación. Los principios en los cuales se investiga un paradigma cualitativo son flexibilidad, adaptabilidad, ética, relatividad, continuidad, sistematicidad, sinergia, holística y adaptabilidad.

3.4 Enfoque de la investigación

Clasificación de la identificación

La investigación se puede desarrollar usando diferentes tipos de enfoque, entre ellos están: el enfoque cualitativo típico del paradigma naturalista, el cual, según señala Barrantes⁴³, también es denominado naturalista-humanista o interpretativo, y cuyo interés “se centra en el estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social” el cual pone énfasis en la profundidad y el análisis no es necesariamente traducido a términos matemáticos.

Además, según Barrantes⁴³, el enfoque cuantitativo que se encuentra dentro del positivismo busca llegar al conocimiento por medio de la recolección y análisis de datos para contestar las hipótesis previamente planteadas, y se utilizan mediciones o cálculos estadísticos para establecer los comportamientos en la población objeto de estudio. El método mixto o la combinación del enfoque cuantitativo y cualitativo en la investigación se utiliza con el propósito de darle profundidad al análisis cuando las preguntas son complejas. La utilización de uno u otro depende del enfoque que se le quiera dar a la investigación, así como al momento histórico en el que se desarrolla.

Según la *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*⁴⁴, ambos métodos requieren de intencionalidad y sistematización de la información, así como el uso de los instrumentos en los cuantitativos, ya que son los que guían la investigación; en el caso de los cualitativos, la información viene de los procesos. En el método cuantitativo, los datos se pueden acumular y cotejar para obtener datos comunes. Mientras tanto, en el método cualitativo se puede abarcar una población que sea considerada normal. En general, la validez se refiere al grado de confiabilidad que tiene el instrumento de medir la variable.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los métodos cuantitativos y cualitativos

ENFOQUE CUANTITATIVO	ENFOQUE CUALITATIVO
Centrada en la fenomenología y comprensión	Basada en la inducción probabilística del positivismo lógico
Observación naturista sin control	Medición penetrante y controlada
Subjetiva	Objetiva
Inferencias de sus datos	Inferencia más allá de los datos
Exploratoria, inductiva y descriptiva	Confirmatoria, inferencia, deductiva
Orientada al proceso	Orientada al resultado
Datos “ricos y profundos”	Datos “sólidos y repetibles”
No generalizable	Generalizable
Holista	Particularista
Realidad dinámica	Realidad estática
Propensión a comunicarse con los sujetos de estudio	Propensión a servirse de los sujetos de estudio

Se limita a preguntar	Se limita a responder
Comunicación más horizontal entre el investigador y los investigados	Débiles en validez interna (nunca se sabe si miden lo que quieren medir)
Fuertes en validez interna	Fuertes en validez externa, lo encontrado es generalizable en la población
Débiles en validez externa	Sus hallazgos no son particularizados
Sus hallazgos no son generalizables	Todos los individuos tienen las mismas probabilidades de ser elegibles, también la distribución de la población en función de una característica
Tamaño de muestra, no todos tienen la misma probabilidad, ya que influyen los criterios del investigador	Siempre las plantea
A veces no se plantea hipótesis	Predicción más fuerte
Predicción débil	La medición es muy precisa
La medición no es precisa	Ocupan poco tiempo para su ejecución
La interacción del investigador y el sujeto de estudios es muy alta	Interpretación de resultados con mucha objetividad.
La planeación es flexible	Información principal a base de preguntas predefinidas se obtiene poca información colateral.
Ocupan más tiempo para la ejecución en el campo.	
Interpretación de resultados muy subjetivos	
Información principal a base de preguntas abiertas	
Se tiene mucha información colateral.	

Fuente: Reichardt CS. Qualitative and Quantitative Methods in Evaluation

Cook⁴⁶ menciona que la validez es la capacidad de un instrumento de obtener diferentes tipos de evidencia con el propósito de poder obtener conclusiones correctas. Existe la validez interna que se refiere a la precisión de los datos y el análisis refleja la realidad, la validez externa se realiza en la población estudio. En el enfoque cuantitativo obtiene una "...validez interna alta, utilizando medidas adecuadas y precisas e indicadores y justificando su relación con el concepto a medir".

Además, Barrantes recalca que⁴³ en el caso del enfoque cualitativo se permite al investigador recoger información de observaciones no estructuradas. La recolección de datos puede realizarse utilizando diferentes formas como las entrevistas en profundidad, la observación participante, el video, las biografías y las grabaciones. Para el análisis, se pueden utilizar varias técnicas, como la triangulación de datos, la reflexión, el análisis crítico o la comprobación de la hipótesis y la reflexión personal.

El enfoque cualitativo se encarga de examinar, recopilar y analizar los datos para luego desarrollar una teoría conformada por las preguntas de investigación o nuevas problemáticas encontradas. Este método es concebido como un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos de investigación que utilizan la recolección y análisis de datos para desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección de datos; este se basa, de manera dinámica, en dos sentidos, los hechos y la interpretación de estos, lo que resulta en un proceso cíclico, donde el proceso de realización evidentemente va a ir cambiando según las necesidades de cada estudio⁴⁴.

La presente investigación rige bajo las características de un enfoque cualitativo, ya que en esta se analiza la importancia de la farmacogenética y la farmacogenómica como una herramienta para la salud pública y, al mismo tiempo, se analizan las referencias académicas tanto nacionales como internacionales para conformar los fundamentos necesarios de un curso básico sobre estas dos ciencias farmacéuticas. Además, la recopilación de información busca demostrar cuán importante es para el sector farmacéutico el fortalecer, mediante la impartición de nuevos cursos en las instituciones de Educación Superior, el conocimiento sobre la genética humana para la elección de los tratamientos en los pacientes. Finalmente, se pretende formalizar la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica con toda la información y materiales recolectados para la malla curricular de la UIA.

3.5 Método de la investigación

En una investigación cualitativa se trata de captar la idea bajo la propia percepción del investigador y conceptualiza la realidad con base en los conocimientos, actitudes, valores de las personas estudiadas. Este tipo de investigadores usan como instrumento la obtención de teoría guiando, de esta manera, el proceso de la investigación en el que la información recopilada es sometida a una triangulación de las fuentes para comprobar los datos recolectados. Además, existe

la reproducción independiente, la cual consiste en que un investigador analiza e interpreta su propia información llevando a cabo propiamente investigaciones de trabajo de campo y recolectando datos para realizar interpretaciones válidas, independientemente del investigador principal.

Se menciona que lectores competentes y capacitados puedan informar, de manera clara, objetiva y precisa, sus propias observaciones y experiencias. Los investigadores, mediante entrevistas, estudios de casos, historias, análisis documentales, pueden integrar sus observaciones de forma adecuada, extrayendo significados e información de importancia obtenidos de los sujetos estudiados.

3.6 Criterios de Inclusión

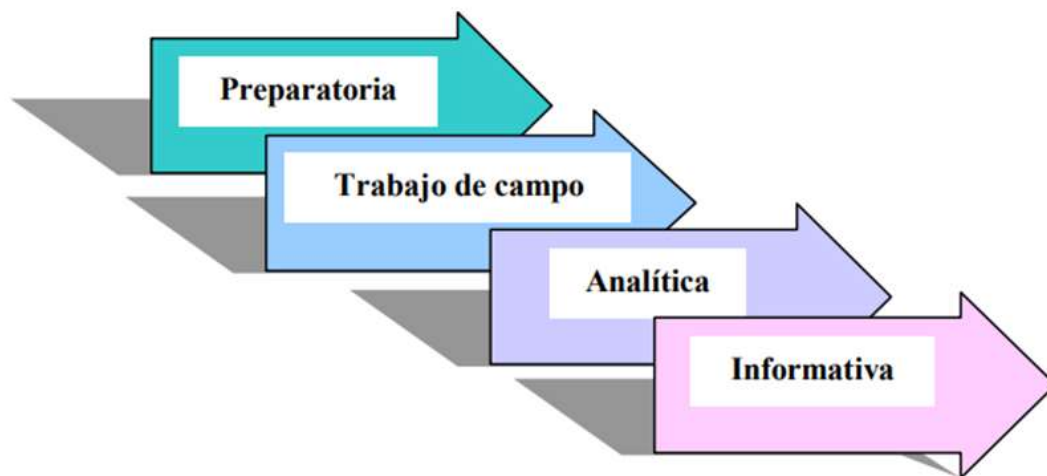
Se incluyó información tanto de artículos como de trabajos de investigación que contenían datos importantes para realizar este trabajo, que provenían de bases de datos científicos, consideradas confiables, con información actual en relación con temas de farmacogenética, polimorfismo genético, técnicas de identificación de cambios genéticos, principales patologías involucradas, métodos pedagógicos y herramientas pedagógicas. A su vez, se tomaron en cuenta entrevistas realizadas a profesionales relacionados directamente con el campo de estudio.

3.7 Criterios de Exclusión

Se excluyeron gran cantidad de artículos que no contaban con información relevante del tema investigado. Igualmente, artículos con una antigüedad superior a 15 años no se tomaron en cuenta, a no ser

que contaran con información indispensable para el tema de investigación.

Figura 2. Fases en el proceso de la Investigación Cualitativa.



Fuente: Elaboración propia.

Este proceso se divide en cuatro fases, las cuales cuentan con diferentes etapas en cada una de ellas. Este proceso es de carácter sucesivo, es decir, se puede observar que cada fase va sucediendo después de la otra.

La primera fase llamada preparatoria comprende dos etapas: reflexiva y diseño. El investigador deberá generar el marco teórico conceptual con el que se realizará la investigación tomando como base su propio conocimiento, experiencias, formación y su propia ideología. En cuanto a las etapas, en la de diseño se planificarán las actividades necesarias para cumplir las investigaciones, y la etapa reflexiva tiene como finalidad que el investigador pueda disponer desde este punto del marco teórico que será utilizado.

La fase de trabajo de campo describe que el investigador hasta este punto ha tenido poco o ningún acercamiento con el trabajo de campo para obtener información. Una vez que este logra recolectar datos suficientes para su investigación, se procede a la fase analítica, en la cual se realiza, de forma sistemática, una selección de las fuentes de información necesarias para el desarrollo exitoso del trabajo.

En la fase informativa es donde culmina la investigación, en la cual el investigador cuenta con suficiente dominio del objeto de estudio y, por ende, logra compartir su comprensión con más personas de una manera convincente con datos que respalden su información.

3.8 Fuentes de información

¿Qué son fuentes de información?

Según lo menciona Maranto⁴⁷, las fuentes de información son todos los recursos mediante los cuales se pueden encontrar datos formales e informales, escritos, orales, multimedia, etc., que proporcionan información o datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información se dividen en tres: primarias, secundarias y terciarias.

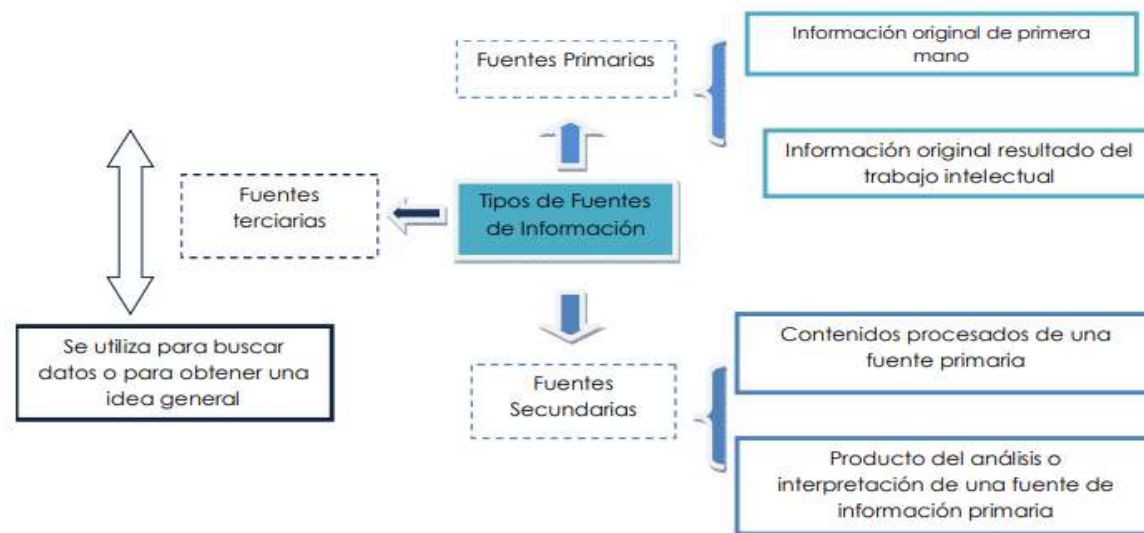
Ruiz⁴⁸ describe las fuentes primarias como fuentes que contienen información original, que han sido publicadas por primera vez y no han sido filtradas o evaluadas por nadie más, porque son producto de una investigación. Pueden encontrarse en formato tradicional impreso, como libros o publicaciones, o en formatos especiales como videos, grabaciones etcétera.

En cuanto a las fuentes secundarias, Ruiz⁴⁸ menciona que estas poseen información de fuentes primarias sintetizada y reorganizada; están organizadas para facilitar el acceso a las primarias. Las fuentes secundarias se utilizan cuando las fuentes primarias son escasas, para confirmar hallazgos o ampliar el contenido de las primarias.

Maranto⁴⁷ describe las fuentes terciarias como fuentes de información primarias o secundarias; generalmente, se utilizan para buscar datos o tener una idea general sobre algún tema. Algunas fuentes terciarias son: bibliografías, almacenes, directorios, donde se pueden encontrar referencias de otros documentos, publicaciones, autores, entre otros.

El siguiente esquema muestra de una forma concisa los diferentes tipos de fuentes, para su mayor comprensión

Figura 3. Tipos de fuentes de información.



Fuente: Fuentes de Información. Maranto. 2015.

Como ya se explicó anteriormente, las fuentes de información corresponden a los recursos bibliográficos que se utilizan en la construcción de las diferentes etapas de la investigación. Se inició, entonces, con una recopilación de datos abarcando desde fuentes primarias hasta fuentes terciarias que poseían información indispensable para el desarrollo idóneo del trabajo; de igual manera, se tomó en cuenta la opinión de los profesionales entrevistados, además de trabajos académicos como revisiones bibliográficas y tesis. También se contemplaron escritos publicados en diversas bases de datos, como libros, pero, principalmente, artículos científicos de relevancia. Entre los sitios consultados para la obtención de la información necesaria se encontró Lilacs, Elsevier, PubMed, Scielo, MedLine, Cochrane, entre otros.

3.9 Técnicas de recolección de información

La recolección de información se realiza utilizando técnicas para detectar, buscar materiales bibliográficos, audiovisuales y otros que puedan ser de utilidad para el objeto de estudio. Tamayo⁴⁹ indica que se deben utilizar técnicas para la recolección de información, por ejemplo, la encuesta. El uso de las encuestas en una investigación permite obtener datos con cuestionarios previamente establecidos. Esta información se obtiene de una manera científica, por

lo que cualquier investigador que repita su búsqueda debe obtener los mismos resultados. Hay dos tipos de encuestas: las que se aplican de forma escrita y las que se aplican de forma oral, a estas se les llama entrevistas. Entre las encuestas se destacan las siguientes:

- Encuestas por teléfono
- Encuestas Online
- Encuestas por correo
- Encuestas personales.

Entrevista. La entrevista es una encuesta que se realiza de manera oral. La información se recolecta por medio de una grabación con un dispositivo electrónico. Mediante las encuestas pueden conocerse opiniones, creencias, actitudes, impactos, actividades, hábitos, condiciones, ingresos, entre otros.

- Entrevista sistemática o libre
- Entrevista estructurada
- Entrevista focalizada
- Entrevista simultánea.
- Entrevista sucesiva.

Es importante tomar en consideración que para la aplicación de encuestas es necesario seguir los siguientes pasos: definición de la población o de la muestra. La población es el objeto de estudio o el grupo de personas de las cuales se desea conocer su opinión.

La selección y tamaño de la muestra. Para seleccionar la muestra, lo más recomendable es que un profesional en el campo de la estadística pueda definir el tamaño de la muestra.

Material para la encuesta. Lo más importante es la preparación de los cuestionarios y entrevistas, o sea, la elaboración de las preguntas. Se deben tener claros los temas, así como seleccionar el tipo de pregunta, si es abierta o cerrada. Del mismo modo, se debe definir la forma de evaluar la información, la fiabilidad y la validez del procedimiento. Hay que ser claro en el planteamiento de las preguntas, estas deben ser claras y concisas.

Para organizar el trabajo de campo, se puede hacer de manera individual, o bien, contratar a personas que puedan colaborar con el proceso. Debe organizarse con cuidado y mucho detalle con el propósito de conseguir los permisos, tiempo por utilizar, etc. Por lo general, dependiendo del tipo de análisis, así se debe elaborar el tratamiento estadístico, se deben tener codificadas las respuestas con el propósito de poder registrarlas mediante códigos numéricos o verbales.

El cuestionario debe reunir dos cualidades: la confiabilidad y validez. También debe ayudar al encuestador en la tarea de motivar a los entrevistados, para que la información fluya de la manera requerida. Las preguntas pueden ser abiertas o cerradas. Las cerradas contienen opciones de respuestas, o sea, se presenta un grupo de posibilidades y se reduce únicamente a este grupo. En cuanto a las abiertas, no delimitan las respuestas, la cantidad de estas es ilimitada e imposible de predecir. Cuando se utiliza esta técnica para obtener información, se está hablando de una fuente primaria.

En el análisis documental se usan como referencias libros, boletines, revistas, bases de datos, etc., por lo que se recolectan datos de fuentes secundarias y se utiliza una ficha de registro de información.

Observación no experimental: Se consiguen los datos mediante la exploración y se utiliza una guía de observación de campo.

Observación experimental: Esta se diferencia de la no experimental porque los datos se obtienen en condiciones controladas por el investigador, es decir, este puede manipular las variables. Esta técnica de investigación se utiliza científicamente, y puede utilizarse a la hora de obtener un registro de datos.

¿Qué es un análisis de contenido?

Fernández⁵⁰ señala que el análisis de contenido es una técnica cuantitativa usada en las investigaciones, que permite analizar grandes cantidades de información a partir de la selección de una muestra representativa. Así mismo, menciona que se puede ilustrar la utilidad del “análisis de contenido” como una ayuda metodológica para la realización de investigaciones de tipo

cualitativo. Para la realización del análisis de contenido se deben considerar algunos aspectos relevantes, como son:

- La relevancia, variedad y naturaleza de los documentos
- La diversidad de análisis que se puede realizar
- Los usos y características del análisis de contenido y
- Fases que se deben cumplir para su aplicación.

¿Qué son cuadros comparativos?

Como lo menciona el Centro de Estudios Cervatinos⁵¹, los *cuadros comparativos* son una herramienta de estudio que permite la exposición de ideas y que utiliza dos o más elementos teniendo en consideración sus semejanzas, diferencias o características distintivas, lo cual permite la comparación entre ellos. Los cuadros comparativos extraen las características más relevantes a partir del análisis, observación y mediante la vinculación de los nexos que las unen. El método para realizar un cuadro comparativo es el mismo para todos los casos, únicamente varía en su presentación

3.10 Instrumentos

Los instrumentos son aquellos elementos sustanciales que marcan cómo se accede al campo de trabajo en la investigación, en este caso, se alinean en pos de la metodología cualitativa del estudio.

La metodología sirve para aproximarse al objeto, recogerlo, procesarlo y analizarlo. Para producir un conocimiento fundamentado en esta investigación, se considera que esta es la técnica más apropiada para la recolección de información y el abordaje del objeto en estudio.

Yin⁵² menciona que se pueden utilizar seis fuentes para la recolección de evidencias en un estudio de caso: documentos, registro de archivos, entrevistas, observación directa, observación participativa y artefactos físicos. A través de ellos, se busca obtener diferentes perspectivas sobre un evento o un comportamiento.

3.11 Categorías de análisis

A continuación, en la tabla tres se presentan las categorías de análisis para la siguiente investigación.

Tabla 3. Categorías de análisis

Objetivo	Categoría	Definición conceptual
Indicar las patologías más involucradas en el área de la farmacogenética y la farmacogenómica	Farmacogenética Farmacogenómica	La Farmacogenética es el estudio de la respuesta farmacológica del individuo según el genotipo, o dicho de otra manera, el estudio del papel de la herencia en la variación individual de la respuesta farmacológica, tanto en lo que se refiere a eficacia en la respuesta como a efectos adversos, aunque, generalmente, es un término utilizado para referirse al estudio de los genes relacionados con el metabolismo de los fármacos. En la actualidad se extiende también a todos los factores involucrados en su farmacocinética y farmacodinámica (receptores, transportadores, enzimas, canales iónicos, etc.) ⁴¹ .

		<p>La Farmacogenómica es una rama de la farmacología que utiliza el ADN y datos de la secuencia de aminoácidos para aplicarlos al desarrollo de drogas y nuevas pruebas clínicas. Una aplicación importante de la Farmacogenómica es correlacionar las variaciones genéticas individuales con la respuesta a drogas⁴¹.</p>
<p>Reconocer la farmacogenética y la farmacogenómica como una herramienta para el avance de la salud pública, según las distintas enfermedades de los pacientes.</p>	<p>Avance en la Salud Pública</p>	<p>La Salud Pública es el conjunto de todas las actividades relacionadas con la salud y la enfermedad de una población, el estado sanitario y ecológico del ambiente de vida, la organización y funcionamiento de los servicios de salud y enfermedad, la planificación y gestión de los mismos y de la educación para la salud¹⁰.</p>
<p>Desarrollo de un programa de estudio para la incorporación del curso de farmacogenética y farmacogenómica para la nueva malla curricular de la</p>	<p>Programa de estudio</p>	<p>Conjunto de asignaturas, créditos y elementos pedagógicos de una carrera.</p>

Universidad Internacional de las Américas.		
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

3.12 Muestra de investigación

¿Cuál es la diferencia entre una muestra y una población?

Barrantes⁴³ explica que, para hacer una investigación, el primer aspecto a definir es la población objeto de estudio. Básicamente, se refiere a la totalidad de elementos que se investigan o a los que son objeto de estudio. Se debe establecer la unidad de análisis (organizaciones, instituciones o personas). Una muestra es el subconjunto de una población que se elige para elaborar una investigación.

Hay dos grandes grupos de muestras:

1. Probabilísticas: Son aquellas en las cuales todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser escogidos. Para este tipo de muestra se necesita tener en cuenta ciertos aspectos como el tamaño de la muestra y los elementos que la conformarán.
2. No probabilísticas, es cuando la selección de los elementos no depende de las probabilidades, sino de otras causas, el procedimiento no depende de una fórmula matemática, depende de una persona o grupo de personas. Las muestras no probabilísticas o muestras dirigidas se seleccionan de manera informal y hasta arbitraria. Se usan en el enfoque cualitativo porque los procedimientos responden al juicio del investigador y a la conveniencia. Tienen algunas desventajas, entre ellas, que no se puede calcular el error estándar, o sea, el nivel de confianza, por lo que pueden hacerse generalizaciones a la hora de interpretar los resultados.

Tabla 4. Tipos de muestras

Muestras Probabilísticas	Muestras no Probabilísticas
Se utilizan especialmente en estudios descriptivos, diseños de investigaciones, encuestas, censos, <i>ratings</i> , etcétera.	Sujetos voluntarios, diseños experimentales, situaciones de laboratorio.
Tipos: Probabilístico simple, estratificado, cúmulos o conglomerados.	Tipos: Sujeto-tipo por cuotas, grupos voluntarios o causal.
Utiliza fórmulas para cada caso.	Utiliza criterio de especialista.
Selección: Rifa, tablas, números al azar, elección sistemática de elementos.	Selección: Objetivos del estudio y criterio de especialista.

Fuente: Barrantes R. Metodología de la Investigación. EUNED. 2014

Para la siguiente investigación, se tomarán en consideración los siguientes participantes del estudio.

Tabla 5. Muestra de investigación

Profesional	Perfil
Docente 1	Maestría en Biología con énfasis en Genética y Biología Molecular, Universidad de Costa Rica
Docente 2	Licenciatura en Farmacia Bachillerato en Biotecnología en proceso 3 años en docencia 6 años en comunitaria

Director académico UIA	Farmacéutico de la UCR y Máster en Administración de Empresas con énfasis en Mercadeo de la ULACIT 10 años de experiencia en Farmacia Hospitalaria, y cuatro en Docencia Universitaria
Docente 3	Bachiller en Biología Universidad de Costa Rica. Licenciatura en Biología con énfasis en Genética, Universidad de Costa Rica. Primer año de la carrera de inglés Universidad de Costa Rica, Módulos I-V: Manejo de Animales de Laboratorio. LEBi, UCR

Fuente: Elaboración propia.

3.13 Técnicas e instrumentos para la recolección de información

La entrevista, a diferencia del cuestionario, presenta la característica de ser personal y no contar con preguntas abiertas, esto enriquece la investigación, ya que se logran obtener datos, acontecimientos y puntos de vista que permiten abrir debate y desarrollan una línea investigativa cualitativa. Por ende, es una reunión para intercambiar información entre el entrevistador y el entrevistado. Esta conversación suele ser flexible y abierta.

También existen entrevistas más estructuradas, con una cantidad de preguntas definidas. En una entrevista, las preguntas son muy importantes, algunas son generales, otras, para ejemplificar, también las hay estructuradas y de contraste.⁴⁶

En el caso de esta investigación, se abordan las entrevistas a las personas docentes y profesionales seleccionados.

- 1) Se establece el perfil de las personas a entrevistar (los expertos consultados)
- 2) Se envía una invitación por WhatsApp a los participantes (explicando el objetivo de la entrevista y el tema a abordar)

- 3) La persona investigadora es la designada como moderadora de ambas entrevistas
- 4) Se define que la duración de la entrevista será de dos horas, aproximadamente
- 5) Se realiza un diseño de la guía o guion de cada entrevista, la cual contará con elementos reactivos, o preguntas abiertas que sirven como generadoras para el desarrollo del tema y que están estrechamente relacionadas con los objetivos generales, con los objetivos específicos y con las categorías de análisis
- 6) Se grabará la entrevista con el consentimiento de las participantes para la transcripción de los datos
- 7) Se procederá al análisis de los datos o hallazgos de ambas entrevistas.

3.14 Unidades de análisis

La Unidad de Análisis en esta investigación la componen los participantes del estudio y los planes de estudios de las universidades.

3.15 Procedimiento de análisis de información

El análisis y discusión de los resultados se efectuó mediante un reporte, el cual será organizado mediante categorías de análisis, atendiendo los temas principales planteados en la investigación. Cada categoría se encuentra vinculada directamente con los objetivos de la investigación. Por otra parte, la información será presentada por medio de tablas que permitirán hacer manejable el cúmulo de información recogida durante la investigación para así presentar los resultados en función de los objetivos propuestos.

En esta fase se expondrán los hallazgos encontrados en la investigación, en relación con los objetivos, la hipótesis y el problema y lo que se extrae de las fuentes de información primarias, con el contraste teórico que permita el análisis del fenómeno de estudio.

Para este objeto de estudio se selecciona la triangulación como la técnica de recolección de datos. La triangulación es entendida por Hernández y Mendoza. Dentro del marco de una investigación cualitativa, la triangulación comprende el uso de varias estrategias al estudiar un mismo fenómeno, por ejemplo, el uso de varios métodos (entrevistas individuales, grupos focales

o talleres investigativos). Al hacer esto, se cree que las debilidades de cada estrategia en particular no se sobrepone con las de las otras y que, en cambio, sus fortalezas sí se suman. Se supone que al utilizar una sola estrategia, los estudios son más vulnerables a sesgos y a fallas metodológicas inherentes a cada estrategia y que la triangulación ofrece la alternativa de poder visualizar un problema desde diferentes ángulos (sea cual sea el tipo de triangulación) y, de esta manera, aumentar la validez y consistencia de los hallazgos.⁵³

En la sistematización de datos se representa la información con base en la matriz de la información realizada previamente, en esta se logra confrontar la teoría descrita en el marco conceptual y legal presentada en esta investigación con las respuestas obtenidas en la aplicación de instrumentos a los sujetos de información.

Así mismo, para que el proceso de análisis de datos sea exitoso se requiere utilizar herramientas como la triangulación de datos, pues es la técnica que permite confrontar la información que surge de las diferentes fuentes de información, esto le da sentido a los datos que se tienen, y se pueden tomar en cuenta diversas perspectivas y enfoques del problema e incluso diferentes disciplinas, con el fin de lograr los objetivos del estudio. Además, dichos resultados permitirán desarrollar las conclusiones, así como las recomendaciones que serán valiosas para diferentes sujetos que participan en este trabajo, así como para futuras líneas de investigación en el campo educativo.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se reflejará un análisis de la información recopilada en el transcurso de la investigación, de esta manera se brinda una respuesta a cada objetivo específico. Además, se presentarán distintas tablas, las cuales sintetizarán la información.

4.1 Primer objetivo específico: Indicar las patologías más involucradas en el área de la farmacogenética y la farmacogenómica

A manera de respuesta a este objetivo, se encontraron distintos artículos que se refieren a diversas patologías, principalmente presentan avances importantes gracias a la farmacogenética y a la farmacogenómica.

Una de las patologías en la que han existido mayores avances es en el cáncer, en el cual, el área de la farmacogenética y farmacogenómica ha sido aplicada en distintos medicamentos anticancerígenos, con el fin de poder predecir la respuesta del paciente hacia la quimioterapia; esto es posible mediante la identificación de variaciones genéticas heredadas o adquiridas. Es un hecho que los problemas actuales relacionados con las terapias para el cáncer son de gran preocupación debido a que la mayoría de los medicamentos utilizados son efectivos en una pequeña cantidad de pacientes y, además, la toxicidad de los agentes terapéuticos utilizados es elevada, esto dado en muchas ocasiones por el margen extremadamente estrecho del índice terapéutico.

Así lo menciona el Dr. Juan Edgar en la entrevista realizada, en la que afirma que “Existen otras patologías que hasta el día de hoy no se han podido tratar de la mejor manera, debido a que los medicamentos utilizados son de gran toxicidad, por ende, con un tipo de terapia dirigida y con mayores estudios farmacogenéticos en el paciente, se podría facilitar y mejorar este tipo de tratamientos”.

Los avances obtenidos en esta área del campo de la Oncología han producido grandes beneficios. Un mejor entendimiento de la genética del cáncer ha dado a los profesionales en esta rama información necesaria para poder desarrollar terapias de precisión de mayor efectividad y menor toxicidad, esto mediante el conocimiento de determinantes genéticos que responden hacia los medicamentos cancerígenos.

El cáncer de mama es uno de los cánceres más comunes, el cual, de la misma manera ha sido beneficiado con los avances en farmacogenética y farmacogenómica. Vargas⁵⁴ menciona que son cuatro subtipos de cáncer de mama, los cuales se han dividido según la expresión génica del paciente. En cuanto a los medios que proporcionan información, en el cáncer de mama genéticamente ha sido mediante el desarrollo de dos plataformas distintas, la primera se llama MammaPrint y Oncotype DX, y la segunda, EndoPredict y PAM50.

Como lo indica Vargas⁵⁴, la primera plataforma MammaPrint realiza un análisis de 70 genes y calcula el riesgo de recurrencia del cáncer, ya sea bajo o de alto riesgo. Este ha sido desarrollado para pacientes con cáncer de mama menores de 61 años, con enfermedad en estadio I/II, con ganglios linfáticos negativos o con uno a tres ganglios linfáticos positivos. Oncotype DX realiza un análisis de 21 genes y calcula el riesgo de recurrencia del cáncer basado en el valor de cada grupo de genes (proliferación, estrógeno, HER e invasión) y en la expresión específica de ciertos genes. Da un puntaje que ubica al paciente en un grupo de riesgo entre bajo, intermedio y alto, que es la probabilidad de recurrencia a los diez años.

Vargas⁵⁴ menciona también que la segunda plataforma del EndoPredict analiza 12 genes, los cuales se dividen en ocho genes tumorales, tres genes de normalización y un gen de control del ADN. El resultado de esta huella molecular (EP-Score) más los parámetros clínicos patológicos (tamaño del tumor y estado ganglionar) proporciona el EPclin-Score, que clasifica en bajo o alto riesgo. Esta nueva prueba molecular tiene un gran beneficio para ayudar a optimizar la terapia adyuvante, razón por la cual podría mejorar el manejo de pacientes con cáncer de mama en estadio temprano.

Por último, la PAM50 identifica subtipos de cáncer de mama, esto lo realiza mediante un análisis de 50 genes, clasificando los tumores en subtipos intrínsecos denominados luminal A, luminal B, enriquecido con HER2 y de tipo basal. Es de relevancia recalcar qué subtipo proporciona información que funciona para guiar las decisiones clínicas.

De igual manera, Trujillo⁵⁵, hace referencia a que tanto la hormonoterapia como los tratamientos quimioterapéuticos, cuya función es destruir las células cancerosas evitando que crezcan y se dividan en más células, pueden mejorar el pronóstico de vida hacia la enfermedad; no obstante, cada individuo, debido a su organismo, tiene una capacidad metabólica distinta que

puede influir en la respuesta del fármaco, mejor dicho, las razones por las cuales se dan estas diferencias están en la variación de los genes que codifican las enzimas metabolizadoras de los medicamentos.

Debido a los problemas que afrontan gran cantidad de pacientes hacia una respuesta adecuada al tratamiento se destaca la farmacogenética, la cual ha adquirido un papel de gran importancia para entender factores individuales de cada paciente, quienes son los modificadores de las respuestas hacia el tratamiento del cáncer de mama y en donde principalmente se involucran en este sentido genes relacionados con el metabolismo de los fármacos utilizados en la quimioterapia y la hormonoterapia, en este caso son los de la vía del citocromo P540.

El cáncer de próstata es considerado uno de los cánceres más comunes en hombres y es una de las principales causas de muerte en varones mayores a 50 años de edad. Además, a pesar del método de antígeno prostático y del tacto rectal, se sigue dando la misma cantidad de casos anualmente, por lo que es necesario desarrollar nuevas herramientas que mejoren sus tratamientos y permitan una detección temprana del tumor. Además, hasta el día de hoy se conoce muy poca información relevante acerca de los factores que influyen en el inicio del cáncer de próstata.

Arap⁵⁶ expresa que se han desarrollado múltiples investigaciones acerca de orígenes genéticos del cáncer de próstata, ya que es necesario conocer, con información concreta, más acerca de este cáncer y poder lograr mayores avances. Además, se requiere el conocimiento del perfil genético de cada paciente para poder ayudar a predecir la respuesta del fármaco.

Otra patología de gran interés debido a la cantidad de personas que la padecen es el asma, la cual se caracteriza por el estrechamiento de las vías respiratorias. Se ha demostrado en algunos estudios que existe una predisposición genética para desarrollar esta enfermedad, que es de gran complejidad, en la que se pueden ver involucradas distintas rutas patogénicas y otros rasgos asociados, como la respuesta mediada por inmunoglobulina E (IgE) a determinados alérgenos, y la hiperactividad bronquial. Según las investigaciones, el beneficio para el uso de un fármaco podría estar en la ruta patogénica en la que actúa en cada paciente, por ejemplo, los antagonistas de leucotrienos y la síntesis de estos mediadores o la eficacia del tratamiento esteroideo y la síntesis de determinadas citocinas.

Con respecto a esto, Tellería⁵⁷ se refiere al asma y a los fármacos utilizados, como el citocromo P450, que interviene en el metabolismo de distintos fármacos, así como el salmeterol, montelukast, budesónida y teofilina. Además, se refiere a las principales dificultades que existen en la realización de estudios de asociación entre polimorfismos genéticos y respuesta a fármacos, entre estas dificultades encontramos la descripción del fenotipo del paciente, incluyendo datos como edad, enfermedades, edad al diagnóstico, evolución entre otras.

Así mismo, Tellería⁵⁷ expresa que debido a que el asma es una enfermedad de gran complejidad, se sabe que la población que la padezca siempre será heterogénea, por lo que debido a su diversidad, un abordaje farmacogenético adecuado para el asma tiene como objetivo identificar los marcadores que sean capaces de ser utilizados para un mejor control de la enfermedad.

La respuesta al tratamiento parece ser específica para cada parámetro en donde se deberá evaluar el éxito o no de este para cada uno de ellos, por lo que se deberá monitorizar la disminución del FEV1 y la respuesta hacia la intensificación de la terapia, lo cual va a permitir un progreso controlado de la enfermedad y un correcto procedimiento. En cuanto a los beneficios que brindaría la farmacogenética en el asma, está la identificación de paciente en riesgo de enfermedad progresiva, definir mejor el tratamiento en cada caso e identificar predictores de respuesta inmediata.

Además de los avances en enfermedades como las mencionadas anteriormente, la farmacogenética y la farmacogenómica se han convertido en una herramienta para el desarrollo de mejores tratamientos en pacientes diagnosticados con esquizofrenia. Según Kawanishi⁵⁸, la esquizofrenia es un trastorno psicótico que limita la capacidad del paciente para funcionar normalmente y, como consecuencia de esto, deteriora su calidad de vida. Así mismo, su diagnóstico está basado en lo que plantea el cuarto Manual Diagnóstico y Estadístico de la Asociación Estadounidense de Psiquiatría, el cual es el más utilizado actualmente.

Este sistema describe que la esquizofrenia se caracteriza por síntomas que reflejan múltiples procesos mentales, que incluyen alucinaciones, delirios, habla desorganizada y comportamiento desorganizado. Esos cuatro síntomas son los clásicos síntomas positivos

asociados a la esquizofrenia, en los que las funciones normales están desorganizadas y exageradas. Algunos otros síntomas importantes presentados en quienes padecen este trastorno son: alogia, embotamiento afectivo, abulia y anhedonia.

Por otra parte, Kawanishi et al.⁵⁸ plantean que la prevalencia de por vida de la esquizofrenia es aproximadamente de un 0,5 % a un 1 % en todo el mundo. Además, se estima que la esquizofrenia representa alrededor de un 1,6 % a 2,5 % del gasto sanitario total anual en varios países desarrollados. Esto último, según datos recopilados desde finales de la década de los ochenta hasta mediados de los noventa. Aunado a esto, la hospitalización representa la mayor contribución a nivel de costos, debido a que los medicamentos para tratar este trastorno son bastante costosos. En suma, los costos de la esquizofrenia pueden considerarse como uno de los problemas de salud pública más importantes que enfrenta la sociedad.

Ahora bien, en relación con la farmacogenética y farmacogenómica, es importante mencionar que según Kirov et al.⁵⁹, la esquizofrenia se ha identificado a lo largo de los años como un trastorno que, aunque no parece ser solo genético, sí involucra muchos factores genéticos. Dicho esto, identificar los genes que afectan la predisposición de un individuo a desarrollar este trastorno puede conducir a mejoras en la prevención y el tratamiento farmacológico de la enfermedad.

Con respecto a esto, Kawanishi et al.⁵⁸ se refieren al proceso o desarrollo que ha tenido la farmacoterapia de la esquizofrenia. En primera instancia, el tratamiento se respaldó en la premisa de que todos los neurolépticos clínicamente útiles son antidopaminérgicos, aunque estos antipsicóticos son eficaces para aliviar los síntomas positivos; por ejemplo, los delirios y las alucinaciones, y para reducir la discapacidad del paciente. También poseen la capacidad de causar efectos secundarios.

En respuesta a estos problemas, en los últimos años se ha introducido una serie de agentes antipsicóticos denominados atípicos, que se dirigen a otros receptores de neurotransmisores como la dopamina y la serotonina. Sin embargo, Kawanishi et al.⁵⁸ afirman que la respuesta a estos fármacos es heterogénea, y los psiquiatras suelen recetar antipsicóticos basándose únicamente en los síntomas clínicos. Es un hecho, entonces, que investigar cuáles son los factores involucrados

en la heterogeneidad de la respuesta a los fármacos contribuiría en un tratamiento más eficiente para cada paciente, y se estima que son los componentes genéticos los que juegan un papel importante en ese aspecto.

Siguiendo con lo mencionado anteriormente, Arranz et al.⁶⁰ plantean que según los estudios realizados en múltiples genes candidatos, se encontró una combinación de polimorfismos que arrojaron el mejor valor predictivo a la respuesta a fármacos como la clozapina en pacientes con esquizofrenia, esto último basado en los perfiles de unión al fármaco de 19 polimorfismos genéticos en 8 receptores y un transportador. Este descubrimiento arrojó un nivel de predicción de un 76 % y un 95 % de sensibilidad, aproximadamente. Esto en la identificación de pacientes que podrían presentar una evolución positiva con el tratamiento.

Todo lo anterior, según Kawanishi et al.⁵⁸, quienes también mencionan que este hallazgo es el primer informe sobre el uso de combinaciones de polimorfismos de receptores para predecir la respuesta a la medicación antipsicótica. Estos datos llaman la atención sobre las posibles implicaciones para una farmacoterapia más individual y muestran un gran potencial para la farmacogenómica de la esquizofrenia.

Otra de las enfermedades que se ha visto beneficiada con los avances y el desarrollo de la farmacogenética y la farmacogenómica es el glaucoma. Según Fini et al.⁶¹, el glaucoma se puede definir como un grupo de enfermedades oculares caracterizadas por una progresiva pérdida de células ganglionares de la retina. Además, el glaucoma es la segunda principal causa de discapacidad visual y ceguera en todo el mundo, que afecta a unos 70 millones de personas, y es la principal causa de ceguera entre la población afroamericana. El glaucoma primario de ángulo abierto es la forma más común de la enfermedad y representa aproximadamente el 70 % de todos los casos. Aunado a esto se ha visto que la mayor parte de los casos de glaucoma presentan elevada presión intraocular. Es por esto que el disminuir esta presión se convertido en el tratamiento más efectivo para la enfermedad y actualmente, el único que se emplea en los centros de atención en salud. Este último involucra glucocorticoides. Los cuales Fini et al.⁶¹, definen como uno de los grupos de hormonas corticoesteroides que se producen en las glándulas suprarrenales. Estos son liberados en respuesta al estrés y regulan un mecanismo de retroalimentación natural que disminuye la respuesta inflamatoria.

Por otro lado, Fini et al.⁶¹, describen que los glucocorticoides inician cascadas de señalización que finalmente afectan la expresión de cientos de genes. Esto significa existe un potencial para una posible respuesta individualizada en el uso terapéutico de glucocorticoides también incluyendo efectos los adversos en pacientes susceptibles. En otras palabras, debido a las pocas herramientas que se tienen para tratar a los pacientes diagnosticados con esta enfermedad, el desarrollo de una terapia individualizada a través de la farmacogenética y farmacogenómica; sería de gran utilidad.

Siguiendo con lo anterior, se han realizado estudios con enfoques genéticos para encontrar algún vínculo directo entre los genes y la patología. Como consecuencia de esto, Fini et al.⁶¹ afirman en su estudio que existe una correlación entre los genes GPR158 y HCG22 y el glaucoma. Sin embargo, aún existe una gran necesidad de identificar nuevos objetivos farmacológicos para el tratamiento de la hipertensión intraocular en pacientes con glaucoma, debido a que lo que se conoce hasta el momento no solo es muy poco, sino que no ha demostrado ser eficiente en todos los casos.

Según Fin et al.⁶¹, existe una falta de información con respecto a las variantes genéticas determinantes de la sensibilidad a esteroides. Una vez esto se conozca y desarrolle a través de la farmacogenética y farmacogenómica, se contaría con una herramienta predictiva y diagnóstica para el uso de más y mejores medicamentos.

Otra enfermedad importante de mencionar por los avances que se han dado gracias a la farmacogenética y farmacogenómica es la diabetes, específicamente la diabetes mellitus de tipo 2. Venkatachalapathy et al.⁶² opinan que es la forma de diabetes más común en la actualidad y su incidencia se encuentra en aumento.

La diabetes mellitus puede definirse, de acuerdo con Petersmann et al.⁶³, como un término colectivo para un grupo de trastornos heterogéneos que tienen en común la hiperglicemia crónica y son la consecuencia de una secreción de insulina alterada. Ahora bien, estos autores plantean que el tipo 2 se caracteriza por una predominante resistencia a la insulina y con otras enfermedades metabólicas.

Venkatachalapathy et al⁶² definen que, actualmente, el análisis genético de esta patología ha involucrado una secuenciación intensiva de genes que se cree pueden estar involucrados, estos últimos principalmente en el metabolismo de la glucosa, la resistencia a la insulina y la secreción de esta. Aunque las intervenciones genómicas en la diabetes monogénica se han implementado en la práctica clínica, aún se encuentran en etapas tempranas de desarrollo para trastornos complejos como este, que involucran varios genes.

Afortunadamente, la medicina de precisión para la diabetes tiene el potencial de ser eficaz en la terapia personalizada para quienes padecen este tipo de enfermedad, sobre todo con el reciente desarrollo en técnicas genéticas, la aplicación de estudios de genes candidatos, investigaciones de genotipos a gran escala, estudios de asociación del genoma completo y estudios de "multiómica". Todos estos han dado resultados que pueden conducir a cambios positivos en la práctica clínica en relación con este padecimiento.

Otro grupo de enfermedades cuyos avances terapéuticos han sido una consecuencia del desarrollo de la farmacogenética y farmacogenómica es el grupo de las enfermedades infecciosas y, específicamente, del virus de inmunodeficiencia humana (VIH).

En primera instancia, y según una reseña publicada por Fanales-Belasio et al⁶⁴, el VIH se ha agrupado en dos tipos: VIH-1 y VIH-2. Estos autores plantean que el principal agente del SIDA es el VIH-1, mientras que el VIH-2 está restringido a algunas regiones de África. Este es un miembro genéticamente relacionado con el género *Lentivirus* de la familia *Retroviridae*. Según estos autores, las infecciones por lentivirus típicamente muestran un curso de la enfermedad, con un largo período de latencia, replicación viral persistente y una participación del sistema nervioso central.

En relación con el genoma del VIH, se plantea que está compuesto por dos copias idénticas de moléculas de ARN monocatenario y se caracteriza por la presencia de estructuras mordaza de genes, gag, pol y env, todo esto según la reseña de Fanales-Belasio et al⁶⁴. Ahora bien, a pesar de que la estructura base es igual para ambos tipos de VIH, estos difieren en algunos genes reguladores/accesorios.

Fanales et al.⁶⁴ aseguran en su reseña que la variabilidad es el arma más poderosa del VIH, ya que permite que el virus supere la inmunidad del huésped y los efectos de las intervenciones terapéuticas (medicamentos) y profilácticas (vacunas). Esta variabilidad se adjudica principalmente a tres características: su mecanismo de replicación es propenso a errores, su replicación es muy rápida y se dan procesos de recombinación entre dos o más virus del VIH diferentes dentro del mismo individuo infectado.

Según Phillips et al.⁶⁵, la virología del VIH y sus mecanismos patogénicos de infección se encuentran en continua investigación, debido a que una detallada comprensión de la estructura del VIH y cómo establece la infección y causa el SIDA es crucial, no solo para identificar y desarrollar nuevos fármacos eficaces y vacunas, sino también para definir estrategias para el diagnóstico de laboratorio de la infección por el VIH. Ellos aseguran que “la prueba del VIH es un paso crítico que permite controlar la propagación de este en la población.

Tomando la información anterior en cuenta, se han dado avances no solo en el tratamiento para el VIH, sino también en una mejor comprensión de la patología y su diagnóstico. Todo esto gracias al desarrollo de estudios farmacogenéticos y farmacogenómicos de la enfermedad. Por ejemplo, Phillips et al.⁶⁵ afirman que la hipersensibilidad a los medicamentos para el virus se ha ido explicando a través del descubrimiento de una combinación de factores inmunogénicos y metabólicos. Esto, a su vez, ha sido respaldado por la reciente asociación de muchos de estos síndromes con alelos específicos del antígeno leucocitario humano (HLA) dentro del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC).

Phillips et al.⁶⁵ consideran que los genes HLA son altamente polimórficos con HLA-B, que es el gen más altamente polimórfico en el genoma humano. Ahora bien, en relación con la terapia, estos descubrimientos en la genética de la enfermedad han cambiado el uso de ciertos fármacos, o bien, han implementado que se realicen ciertas pruebas antes de recetarlos. Tal es el caso de Abacavir y Neviparina, dos antirretrovirales.

Además, Phillips et al.⁶⁵ explican que el tratamiento con Abacavir se ha visto beneficiado por la información que la farmacogenética ha ido arrojando con los años. Esto debido a que este medicamento presenta una toxicidad limitante, ya que el 5 % de quienes inician su terapia

presentan hipersensibilidad a este. Es por esto que actualmente, y a través de los estudios en farmacogenética y farmacogenómica, se afirma que se consiguió identificar una relación entre la hipersensibilidad al fármaco y el gen HLA-B 5701. Por ello, ahora se diseñaron pruebas genéticas en la práctica clínica rutinaria antes de tratar a un paciente con este antirretroviral.

En conclusión, con la enfermedad del VIH, cada vez hay más asociaciones que describen las variantes genéticas y la farmacocinética, toxicidad y eficacia de los antirretrovirales. A pesar de que estas asociaciones han sido esclarecedoras en términos de la farmacología y la patogénesis de la eficacia de los antirretrovirales, en la actualidad no se han podido llevar muchos de estos avances a la práctica clínica.

Otro de los avances de la farmacogenética y farmacogenómica en relación con grupos de enfermedades, se ha dado en el campo de la psiquiatría. Algunas de las patologías cuyos diagnósticos y tratamientos se han desarrollado de una mejor manera gracias al estudio del genoma humano son el Alzheimer y el Parkinson.

Los trastornos degenerativos como la enfermedad de Alzheimer y el Parkinson representan un gran problema de salud debido a la importante carga psicosocial para las familias y al alto costo de su tratamiento. Según Cacabelos⁶⁶, estos trastornos degenerativos comparten algunos mecanismos patogénicos comunes, como los relacionados con el declive con la edad, múltiples defectos genéticos distribuidos a lo largo del genoma, depósitos de proteínas anormales en el cerebro y diversos factores de riesgo ambientales. Además, los pacientes que los padecen reciben tratamientos con un alto riesgo de interacciones farmacológicas y fuertes efectos secundarios.

Con respecto al Alzheimer, Cacabelos⁶⁷ plantea que aproximadamente entre el 10 % y el 20 % de los costos directos de la enfermedad se atribuyen al tratamiento farmacológico. Además, menos del 20 % de los pacientes con enfermedad de Alzheimer responden a los medicamentos convencionales, por lo que se trata de una dudosa rentabilidad. Por otra parte, un total del 15 % de la población caucásica con enfermedad de Alzheimer es portadora de CYP2D6 defectuoso, es decir, de variantes polimórficas que son potencialmente responsables de los fracasos terapéuticos cuando se prescriben inhibidores de la colinesterasa y medicamentos psicotrópicos.

Lane et al.⁶⁸ expone que la representación más clara de Alzheimer se da en adultos mayores, los cuales presentan problemas centrados en la memoria episódica. En esta etapa, el paciente puede cumplir los criterios de un deterioro amnésico cognitivo leve y, posteriormente, surgen dificultades para realizar varias tareas e incluso pérdida de confianza. A medida que la condición avanza, las dificultades cognitivas se vuelven más graves y comienzan a interferir en las actividades de la vida diaria. La evidencia más clara de un paciente con este trastorno se da a través del aumento de la dependencia y, más tarde, en cambios de comportamiento que pueden incluir dificultad para moverse, convulsiones y alucinaciones.

En otras palabras y según Cacabelos⁶⁶, esta enfermedad afecta de manera significativa la vida de quien la padece, pero también de las personas a su alrededor. Es por esto que a lo largo de los años se han incrementado esfuerzos por recopilar información suficiente sobre la patogénesis del Alzheimer y cómo tratarlo.

Dicho lo anterior, con los conocimientos recientes sobre el genoma humano y la identificación y caracterización de los genes relacionados con el Alzheimer, así como nuevos datos sobre los genes de la familia del citocromo P450 (CYP) y otros genes cuyo metabolismo enzimático es el responsable del metabolismo de diferentes fármacos, se ha propuesto que la incorporación de procedimientos farmacogenéticos y farmacogenómicos en el desarrollo de fármacos puede generar beneficios sustanciales en términos de optimización terapéutica en esta enfermedad. Como plantea Cacabelos⁶⁶, esto último asumiendo que los factores genéticos sean determinantes tanto para la muerte neuronal prematura como para el metabolismo de fármacos.

Ya en relación con los estudios farmacogenéticos y genómicos que se han ido desarrollando para entender mejor este trastorno, Cacabelos⁶⁷ afirma que es bien sabido que la enfermedad de Alzheimer es un trastorno multifactorial complejo, en el cual están involucrados muchos genes diferentes. Además, se afirma que variantes polimórficas relacionadas con APOE (alelo APOE-4) representan el defecto genético más común en esta enfermedad, ya que contribuye a la disfunción neuronal en un 30 % a 40 % de los casos, aproximadamente.

Por otro lado, Cacabelos⁶⁷ plantea que los estudios de genómica funcional muestran claramente un vínculo directo entre las mutaciones de APP/PS y las características

neuropatológicas de esta patología. El análisis de las correlaciones genotipo-fenotipo ha revelado que la presencia del alelo APOE-4, junto con otros loci del genoma humano, influyen en el inicio de la enfermedad y, a su vez, algunas características de la patología como la atrofia cerebral, la perfusión cerebrovascular, la presión arterial, el depósito β -amiloide, la secreción de ApoE, el metabolismo de lípidos, las fallas en la bioelectricidad cerebral, la apoptosis y algunos resultados al tratamiento.

En relación con la terapia farmacológica para la enfermedad, Cacabelos⁶⁶ establece que el conocimiento de la genética ha arrojado como resultado que pacientes portadores del genotipo APOE-4/4 solo o combinado con otros polimorfismos son quienes peor responden a los fármacos. Finalmente, aún es necesario que la farmacogenética y farmacogenómica desarrollen más estudios para evaluar la seguridad y la eficacia de terapias multifactoriales que combinen diferentes fármacos.

Por otra parte, retomando la relación farmacogenética y el Parkinson, este se asocia a diferentes factores de riesgo potencialmente patogénicos y su neuropatología se ha caracterizado por una pérdida de neuronas dopaminérgicas. Cacabelos⁶⁹ plantea que mutaciones en una serie de genes primarios causan formas autosómicas dominantes y recesivas de Parkinson. Además, mutaciones en genes como SNCA, PARK2, PINK1, PARK7, LRRK2, BST1, MAPT podrían estar asociadas al Parkinson heredado, mientras que otros defectos genéticos en diferentes loci se relacionan con el Parkinson sin antecedentes familiares.

Otra de las ramas de la medicina cuyos avances han estado estrechamente relacionados con la farmacogenética y farmacogenómica es la rama de la Cardiología. Con el paso de los años, se ha conseguido progresar con respecto a las enfermedades cardiovasculares, ya que se han sugerido modificaciones en el estilo de vida de los pacientes. Estas últimas han incluido más atención a la dieta, la disminución en el consumo de tabaco, realizar actividad física, así como terapias basadas en evidencia que tienen como objetivo modificar un fenotipo cardiovascular o cuyo riesgo se ha identificado y que grupos de pacientes suelen compartir.

A pesar del éxito de estas modificaciones anteriormente mencionadas, los avances en la prevención y cura de las enfermedades cardiovasculares aún carecen de buenos resultados, o bien, no han funcionado para gran parte de los pacientes debido a que existen diferencias fenotípicas a identificar para poder caracterizar los subgrupos de la enfermedad.

Según Leopold et al.⁷⁰ el problema de la escasa información sobre las diferencias fenotípicas de los individuos y cómo estas afectan el curso de las enfermedades es de una magnitud considerable. Esto si se toman en cuenta que, en la actualidad, hay 92,1 millones de adultos (>1 de cada 3) en los Estados Unidos, a quienes se les ha diagnosticado una enfermedad cardiovascular. Además, se tiene una proyección de que para el año 2030, al menos el 44 % de la población adulta tendrá un diagnóstico de enfermedad cardiovascular.

Ahora bien, existe una gran heterogeneidad entre los perfiles clínicos y los resultados de las personas con enfermedades cardiovasculares, lo cual evidencia, aún más, la necesidad latente por desarrollar una mejor medicina personalizada o de precisión. Leopold et al.⁷⁰ afirman que el enfoque actual para reducir la morbilidad y mortalidad cardiovascular en personas en riesgo o con enfermedad establecida se basa en un enfoque reduccionista tradicional, es decir, utiliza un sistema de varios niveles (aportes de paciente, médico y sistema médico) que se basa en evidencia general.

Esta heterogeneidad que se mencionó anteriormente junto con la opinión estándar de que todas o la mayoría de las enfermedades cardiovasculares tienen un componente hereditario, ha impulsado la búsqueda de genes patógenos únicos para trastornos específicos. No obstante, la enfermedad cardiovascular es significativamente amplia y densa. Abarca enfermedades relacionadas con los vasos sanguíneos, el miocardio, las válvulas cardíacas, el sistema de conducción y anomalías del desarrollo.

Es por ello que solo existen unos pocos trastornos cardiovasculares que pueden atribuirse a un único gen patógeno. Leopold et al.⁷⁰ señala que entre los ejemplos monogénicos que causan enfermedad cardiovascular están la mutación en el gen de lipoproteínas de baja densidad, que causa hipercolesterolemia familiar. También se habla de mutaciones en la cadena pesada de la β miosina y otras proteínas sarcoméricas, que son causales de miocardiopatía hipertrófica y una mutación en el gen de la fibrilina (FBN1), que provoca el síndrome de Marfan.

Sin embargo, aunque se conoce de estas mutaciones monogénicas y los ensayos clínicos aleatorios han determinado la eficacia de muchas terapias nuevas en grandes poblaciones de individuos con fenotipos clínicos similares, la heterogeneidad en la respuesta a los medicamentos sigue siendo un desafío. Leopold et al.⁷⁰ exponen que aproximadamente el 66 % de los adultos mayores de 65 años tienen al menos un medicamento recetado que requiere uso diario. Además,

estiman que aproximadamente un 35 % de los pacientes geriátricos tienen eventos adversos por medicamentos, de los cuales, al menos la mitad se considera prevenible.

Por otra parte, estiman que de un 10 % a un 17 % de las hospitalizaciones en esta población están relacionadas con reacciones a los medicamentos. Con esto se concluye que un 51 % de muertes se relacionan con efectos adversos al medicamento. Como consecuencia de esto, se habla de una alta demanda de desarrollo de una medicina de precisión. Asimismo, este problema ha revelado que la farmacogenética cardiovascular se puede utilizar para identificar marcadores de diversidad genética asociados con una mala respuesta o reacciones adversas a los medicamentos.

Un ejemplo claro de un medicamento cuya receta ahora conlleva estudios genéticos y fenotípicos previos es la Warfarina. La Warfarina es uno de los anticoagulantes prescritos con mayor frecuencia y, aunque tiene una ventana terapéutica estrecha, tiene una amplia variación interindividual. Según Leopold et al.⁷⁰, los estudios han determinado que entre un 10 % y un 50 % de la variabilidad en las dosis requeridas depende de las diferencias en polimorfismos asociados a los genes CYP2C9 y VKORC1.

En relación con la identificación de estos polimorfismos, la FDA (por sus siglas en inglés Food and Drug Administration) ha reconocido la importancia de estas variantes genéticas y actualizó el empaque del medicamento para incluir información sobre la dosificación basada en los genotipos CYP2C9 y VKORC1. Además, dos ensayos clínicos aleatorios: COAG (Clarification of Optimal Anticoagulation through Genetics) y el estudio EU-PACT (European Pharmacogenetics and Anticoagulant Therapy-Warfarin) evaluaron las dosis correctas de Warfarina, según el genotipo. Esta información ha sido incorporada en el algoritmo clínico para dosificar el medicamento adecuadamente en la receta de cada paciente.

La medicina personalizada a través de la farmacogenética tiene el potencial de convertirse en la próxima gran revolución de la medicina en la práctica clínica. Por lo tanto, es de esperar el desarrollo de información y terapias sobre el correcto manejo de las enfermedades cardiovasculares, así como información sobre su prevención. Además, la farmacogenética y farmacogenómica proponen interrumpir la práctica clínica estándar al basarse en pruebas clínicas, registros de salud electrónicos, perfiles genéticos y grandes conjuntos de datos y métodos analíticos novedosos e, igualmente, de la biología de sistemas y la ciencia de redes. Todo esto para crear un

fenotipo específico de cada persona, que luego se puede usar para identificar la intervención óptima con riesgo mínimo.

Leopold et al.⁷⁰ afirman que los beneficios de este enfoque son numerosos para los pacientes, los médicos y los investigadores. Estos incluyen la especificidad del fenotipo individual, la identificación de individuos con un fenotipo molecular similar, la selección de los mejores fármacos o terapias con la máxima eficacia y sin reacciones adversas o con reacciones adversas limitadas. Además de una selección y enriquecimiento eficientes de participantes en ensayos clínicos, una potencial mejoría en la adherencia al tratamiento y, finalmente, la reducción de costos en salud. Todo esto crearía un cambio en la atención de la enfermedad cardiovascular, pero también en la atención en general de todas las enfermedades y el curso de estas para los pacientes.

A manera de conclusión de este objetivo, se describió una serie de enfermedades y su relación con la farmacogenética y farmacogenómica. En algunos casos, los avances se han dado más en relación con el conocimiento de los genes implicados en la patogénesis de la enfermedad, mientras que en otros casos estos avances han sido más enfocados a optimizar las terapias. No obstante, el conocimiento del genoma humano y los polimorfismos implicados en las enfermedades y el metabolismo de fármacos es aún muy poco. Existe todavía una necesidad latente por desarrollar este campo de la farmacia y generar así una mejor y más eficiente atención en salud.

3.18 Segundo objetivo específico: Reconocer la farmacogenética y la farmacogenómica como una herramienta para el avance de la salud pública según las distintas enfermedades de los pacientes

Para dar respuesta a este segundo objetivo, se tomaron en consideración diferentes estudios y ensayos clínicos asociados a la relación de la farmacogenética y farmacogenómica con la medicina personalizada y los resultados positivos que trajo su implementación en pacientes con diferentes patologías.

En primer lugar, es importante mencionar que, como su nombre lo dice, tanto la farmacogenética como la farmacogenómica se basan en el estudio de variantes genéticas y genómicas. Las distintas variantes presentadas en los pacientes han sido investigadas con diferentes patologías y, al día de hoy, se han convertido en una guía para la selección de una terapia

y fármaco adecuado para para cada tipo de paciente de acuerdo con sus necesidades. Esto último ha traído beneficios en relación con la disminución de los riesgos de efectos adversos y al aumento de la eficacia de la terapia.

La información recopilada de las bases de datos de variación genética describe las diferencias genéticas que ocurren naturalmente entre individuos de una misma especie, en donde la variación en términos de porcentaje representa el 0,1 % de nuestro ADN, que es donde permite la flexibilidad y supervivencia de una población adaptándose a las distintas circunstancias ambientales cambiantes; además, influye en cómo las personas difieren en su riesgo de enfermedad o su respuesta a los medicamentos. Así como lo menciona Dyson et al.⁷¹, las variaciones genéticas pueden causar una serie de cambios en la función de enzimas metabólicas, receptores y transportadores de fármacos.

En cuanto a la variabilidad en la respuesta a la terapia farmacológica, es la norma para la mayoría de drogas, ya que, por lo general, cada paciente, debido a su organismo, va a responder de forma diferente a una misma droga. Por lo tanto, estas diferencias genéticas son uno de los desafíos de mayor importancia en la práctica clínica actual. Ahora bien, según lo mencionado anteriormente, es necesario que los medicamentos se adapten al perfil de cada paciente y no aceptar un enfoque de que un mismo medicamento funciona para todos los pacientes.

Stojiljkovic et al.⁷² hacen hincapié en que realizar investigaciones para el descubrimiento de variantes de la secuencia de ADN que contribuyan al riesgo de enfermedades y la toxicidad de los medicamentos, ofrecerían mejores oportunidades para entender las complejas causas de las enfermedades en humanos y se aprendería a tratarlos mejor, al poder desarrollar herramientas para una mejor terapia.

En el año 2003 fue realizada por completo la primera secuencia del genoma humano con ayuda de tecnología de secuenciación de primera generación, por lo que hay que recalcar que aún es un área en auge debido a sus pocos descubrimientos que, hasta el día de hoy, se siguen dando. Ahora bien, para esta realización de lo anteriormente mencionado, fueron necesarios muchos descubrimientos y aportes de información de distintas investigaciones, así como el descubrimiento de la estructura de doble hélice de la molécula de ADN, en el año 1953, por Francis Crick y James

Watson y el desarrollo de secuenciación de ADN realizada por Edward Sanger a mediados de la década de 1970, así como también la automatización de la secuenciación de ADN en la década de 1980.

Ruiz et al.⁷³ mencionan que desde que se realizó la primera secuenciación anteriormente mencionada, ha existido una demanda de modelos más económicos y rápidos, lo que ha llevado al desarrollo de una segunda generación de métodos conocida como la secuenciación de nueva generación, la cual funciona mediante un alto rendimiento que permite secuenciar un genoma completo en un tiempo aproximado.

Con estos avances, ha sido posible identificar muchas variantes genéticas responsables de enfermedades y de determinadas respuestas a ciertos fármacos debido al reconocimiento de gran variedad de genomas humanos de distintos pacientes que presentan diversas patologías. Además, después de la publicación del genoma humano, se pudo observar que los cambios en la secuencia de ADN no son el único factor que da forma a la expresión génica y a los fenotipos. En la actualidad, un nuevo campo llamado epigenética, que es el estudio del mecanismo que regula la expresión genética, está siendo desarrollado.

En otras palabras, el desarrollo en el campo de la Genética se ha convertido en una herramienta indispensable para el diagnóstico y seguimiento de una serie de enfermedades, donde, como consecuencia del progreso en la comprensión de las bases moleculares de la salud y la enfermedad que el uso de la farmacogenética, epigenética y farmacogenómica aún se encuentra en apogeo, es posible sacar grandes beneficios.

Los biomarcadores genéticos, definidos como parte del ADN que diferencia dos individuos entre sí o siendo de la misma manera una fracción del ADN que es causante de una enfermedad, es un concepto clave y de importancia en la farmacogenómica en donde el desarrollo de las herramientas para esta área en apogeo es principalmente mediante reconocimiento y cambios en estas pequeñas fracciones con alteraciones o diferenciaciones en el ácido desoxirribonucleico. Además, el polimorfismo, definido como una de dos o más variaciones de una secuencia en

particular del ADN, es de gran relevancia para entender el funcionamiento de las herramientas desarrolladas mediante las investigaciones en la genética.

González⁷⁴ enfatiza que mediante la utilización de biomarcadores genéticos y análisis de polimorfismos es posible determinar cuáles pacientes obtendrán mayor beneficio con terapias dirigidas, predecir la resistencia a fármacos, determinar la toxicidad de los fármacos y distinta información útil que beneficiará a un pronóstico adecuado del paciente.

En relación con el cáncer de próstata, Brajtbord et al.⁷⁵ mencionan que una herramienta fundamental que ha servido de gran ayuda para guiar a la hora de tomar decisiones en los escenarios clínicos han sido los biomarcadores del cáncer de próstata, los cuales se clasifican según su uso clínico ya sea en orina, sangre, tejido o por el tipo de anomalía que los pacientes presenten.

Conforme con lo anteriormente expuesto, la relación que existe entre los biomarcadores y el cáncer es que se sabe que este es causado por un conjunto de factores genéticos y distintos cambios epigenéticos que, de esta manera, logran transformar las células somáticas, dando como resultado distintas clonaciones.

Según Sidransky⁷⁴ señala que las alteraciones presentadas podrían ser utilizadas como guía para la identificación de células cancerosas, aumentando la detección de tumores malignos en etapas tempranas y logrando evaluar qué tan avanzada se encuentra la enfermedad, además de esto permitiría predecir una mejor terapia e inclusive cuál sería su respuesta.

Además, como lo menciona Herman et al.⁷⁵, se debe señalar que, si bien es cierto, el estudio en epigenética de los biomarcadores más comunes para el cáncer puede contribuir en la detección, diagnóstico y pronóstico de las enfermedades, también es necesario en el diagnóstico incluir la identificación así como una categorización o diagnóstico diferencial.

Thompson et al.⁷⁶ mencionan que en años atrás, en la década de los noventa, se introdujo el antígeno prostático, cuya utilización ha revolucionado el diagnóstico y tratamiento de cáncer de próstata hasta el día de hoy. Su introducción causó que aumentara radicalmente la detección del cáncer de próstata y también, mediante esta prueba logran estratificar al paciente en grupos de riesgo antes de la intervención y monitorear su respuesta después del tratamiento.

No obstante, Airns et al.⁷⁷ mencionan que, a pesar de sus beneficios en detección, el antígeno prostático carece de especificidad, por lo que, en ocasiones, conduce a la realización de biopsias innecesarias y sobretamientos de cánceres clínicamente insignificantes. Por este motivo, actualmente se planea incluir otra toma de decisiones antes de la prueba de antígeno prostático, en donde la farmacogenética realiza su intervención.

En relación con lo anterior, Auprich et al.⁷⁸ indican que los genes que se presentan en el cáncer de próstata se encuentra el gen PCA3, el cual expresa un ARN no codificante y es encontrado en aproximadamente un 95 % del cáncer prostático. Este gen ha traído grandes revoluciones en el campo oncológico, específicamente del cáncer prostático, inclusive, este biomarcador podría ser comercializado y utilizado para realizar una detección temprana, y así obtener información esencial de pacientes que serían más propensos a que su enfermedad progrese. Igualmente, se evitarían biopsias innecesarias en el paciente.

Ahora bien, los biomarcadores epigenéticos basados en la metilación del ADN parecen ser los que tienen mayor porcentaje de efectividad en su pronóstico en relación con el cáncer prostático, en donde diversos estudios han demostrado que la hipermetilación del promotor GSTP1 ayuda a diferenciar pacientes con cáncer de próstata de sujetos normales, demarcándose que tiene como resultado un 89,5 %-100 % de especificidad y un 21,4 %-86,3 % de sensibilidad en muestras de orina.

Así como lo menciona el Instituto Nacional de Cáncer⁸¹, los pacientes en años atrás con cáncer prostático eran diagnosticados hasta que presentaban síntomas, posiblemente debido a la metástasis que tenía el cáncer en el cuerpo, y se le daba al paciente un aproximado de cinco años de vida posterior a su diagnóstico; por lo tanto, la utilización del antígeno prostático ha tenido grandes beneficios hasta el día de hoy.

A pesar de que el antígeno prostático se ha encontrado en el mercado durante más de 30 años como el único marcador tumoral para este tipo de cáncer, su uso ha creado controversia entre distintos grupos de profesionales debido a la poca especificidad de la prueba, que ha devenido en sobrediagnósticos y sobretamientos.

Ahora bien, el tener acceso a nueva información mediante estudios actuales que se han realizado con el fin de tratar de solventar esta problemática ha dado como resultado información de vías moleculares y una mayor comprensión de la epigenética relacionada con el cáncer de próstata, lo cual ha llevado al desarrollo de distintos biomarcadores novedosos que ayudan a identificar un adecuado tratamiento y diagnóstico para un paciente en específico, logrando así superar el antígeno prostático.

Conforme a lo expuesto anteriormente, Lamy et al.⁸⁰ mencionan que estos marcadores permiten disminuir la tasa de biopsias y de cirugías que no son necesarias o, en caso de que fuesen requeridas, tienden a mejorar los resultados luego de la cirugía; pero incluso para su utilización se deben presentar resultados con contexto de la información clínica. En consecuencia, muchos de estos marcadores siguen en espera para poder ser aprobados por la FDA, por lo que aún se consideran experimentales debido a que es necesario realizar más investigaciones para poder determinar su utilidad. Si la medicina personalizada sigue con su avance es muy probable que la utilización de estos marcadores sea muy común en el futuro.

La variación del metabolismo de los medicamentos se puede considerar el área de mayor estudio de la farmacogenética, en donde la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos), la cual proporciona información detallada de 284 biomarcadores correspondientes a 214 medicamentos, recomienda pruebas farmacogenéticas antes de empezar con la terapia.

Así mismo, en el estudio de Daly⁸¹, este señala que existen familias que cuentan con genes de particular relevancia, y una de estas familias es los genes de los citocromos P450 encargados del metabolismo oxidativo de distintos fármacos, conocido como el metabolismo de fase I. Aquí sobresalen cuatro citocromos P450 llamados CYP2D6, CYP2C9, CYP3A4 Y CYP2C19, los cuales cuentan con distintas funciones particulares en el proceso.

Ahora bien, como lo menciona Daly⁸³, es de gran importancia entender que cada uno de estos cuatro citocromos está codificado por distintos genes, por lo cual están sujetos a polimorfismos genéticos, así como, por ejemplo, en el caso de CYP2D6 y CYP2C19, Daly

manifiesta que existe gran parte de la población que cuenta con solo una de estas enzimas, y esto es causado por polimorfismos genéticos inactivantes en ambas copias del gen.

Eso sí, también existen personas que son metabolizadores rápidos, es decir, tiene una actividad del CYP2D6 o CYP2C19 más alta de lo usual; en el caso del CYP2D6, se debe a la presencia de una o más copias adicionales del gen y, en el caso de CYP2C19, se da debido a la presencia de polimorfismos que dan como resultado una mayor expresión génica.

Con respecto a lo anterior, Jacques et al⁸² considera relevante saber que los receptores de los fármacos se pueden ver afectados por polimorfismos genéticos, estos pueden ser receptores específicos en superficie celular, enzimas, canales iónicos o inclusive mediadores fisiológicos, de manera que si se ven afectados pueden modular la respuesta de los medicamentos, por lo que, debido a las grandes diferencias que pueden existir en cada organismo según lo mencionado anteriormente, se puede ver la importancia de utilizar el conocimiento farmacogenético de la forma más eficiente, brindando así factores de riesgo genético, que podrían ser objetivos terapéuticos para nuevos o existentes fármacos. El genotipo de cada individuo debido a sus diferencias que hoy en día conocemos es, sin lugar a dudas, cada vez de mayor importancia a la hora de prescribir un fármaco.

Rodríguez et al.⁸³ proponen que disciplinas como la farmacogenética y farmacogenómica tienen el potencial de ofrecer regímenes de tratamientos oncológicos individualizados o lo que bien se conoce como medicina personalizada. Cuando se empezaron las investigaciones años atrás eran de interés los receptores de estrógeno o HER2 en el caso del cáncer de mama, esto benefició dicho cáncer; empero, al día de hoy, se conocen diversos biomarcadores genómicos para distintas patologías que facilitarán y ayudarán a los pacientes en sus padecimientos.

Ahora bien, si se toman en cuenta diversas investigaciones y avances en el área considerando todo tipo de cáncer y otras enfermedades, se puede observar cómo el uso de terapias como la farmacogenética y farmacogenómica ha logrado tener avances positivos en relación con un diagnóstico adecuado, respuesta de los fármacos específica, entre otras ventajas.

Tabla 6. Cuadro comparativo de los planes de estudio relacionados a Farmacogenética y Farmacogenómica de distintas universidades.

Universidad de Salamanca	Universidad Castilla la Mancha	Universidad Francisco Victoria	Universidad San Pablo
<p>El genoma humano. Métodos de estudio.</p> <p>Modelos experimentales</p> <p>Herramientas bioinformáticas en investigación en farmacogenómica.</p> <p>Polimorfismos de los sistemas de metabolización de fármacos.</p> <p>Genética molecular de las proteínas metabolizadoras de fármacos</p> <p>Genética molecular de las proteínas transportadoras de fármacos</p>	<p>Tema 1: Introducción a la Farmacogenética y Farmacogenómica.</p> <p>Tema 1.1: Definición de farmacogenética y farmacogenómica</p> <p>Tema 1.2: El genoma Humano. Conceptos clave.</p> <p>Tema 1.3: Farmacoepigenética.</p> <p>Tema 1.4: Métodos de estudio de las enfermedades genéticas. Concepto de Heredabilidad</p> <p>Tema 1.5: Genética de poblaciones</p>	<p>Fundamentos de farmacogenética y farmacogenómica.</p> <p>Tema 1. ¿Qué son la farmacogenética/farmacogenómica y por qué son importantes? Medicina personalizada e I+D del medicamento.</p> <p>Tema 2. Diversidad genética en la población.</p> <p>Tema 3. Tecnologías aplicadas a la farmacogenética. Genotipado. Herramientas bioinformáticas de utilidad en investigación farmacogenómica.</p> <p>Tema 4. ¿En qué moléculas se buscan los polimorfismos genéticos? Transportadores. Enzimas vinculadas a la metabolización de fármacos. Dianas del fármaco.</p>	<p>Tema 1. Introducción a los fármacos y biofármacos. Biotecnología farmacéutica. Biofármacos en la farmacoterapia actual. Perspectivas futuras.</p> <p>Tema 2. Mecanismos generales de acción de los fármacos y biofármacos. Concepto de diana farmacológica. Acciones de los biofármacos sobre sus dianas.</p> <p>Tema 3. Farmacocinética. El proceso LADME aplicado a los biofármacos. Vías de administración y</p>

<p>Genética molecular de los receptores de fármacos</p> <p>Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades cardiovasculares.</p> <p>Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades respiratorias.</p> <p>Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades endocrinológicas.</p> <p>Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades renales.</p> <p>Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades autoinmunes.</p> <p>Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades infecciosas</p> <p>Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades</p>	<p>Tema 2: Técnicas experimentales en farmacogenética y farmacogenómica</p> <p>Tema 3: Genes implicados en farmacogenética</p> <p>Tema 3.1: Genes implicados en el metabolismo de fármacos</p> <p>Tema 3.2: Genes implicados en el transporte de fármacos</p> <p>Tema 3.3: Genes que codifican receptores de fármacos</p> <p>Tema 4: Principales ejemplos de aplicación de la farmacogenética</p> <p>Tema 4.1: Enfermedades minoritarias</p>	<p>Tema 5. Reacciones adversas a los medicamentos. Impacto social y económico. Factores de riesgo genéticos. Importancia de la farmacogenética y la farmacogenómica.</p> <p>Tema 6. Farmacogenética y farmacogenómica en Oncología. Importancia en la práctica clínica. Investigación farmacogenómica en Oncología.</p> <p>Tema 7. Farmacogenética y farmacogenómica de la enfermedad cardiovascular. Farmacogenética y farmacogenómica de los fármacos hipolipemiantes y la terapéutica anticoagulante.</p> <p>Tema 8. Farmacogenética y farmacogenómica de las enfermedades infecciosas. Tratamiento antirretroviral.</p> <p>Tema 9. Farmacogenética y farmacogenómica de las enfermedades psiquiátricas. Biomarcadores farmacogenéticos en psiquiatría: biomarcadores</p>	<p>absorción.</p> <p>Distribución.</p> <p>Eliminación.</p> <p>Particularidades frente a los fármacos convencionales.</p> <p>Tema 4. Descubrimiento y diseño de fármacos y biofármacos. Fases preclínicas de la I+D de biofármacos. Ensayos clínicos.</p> <p>Tema 5. Seguridad de fármacos y biofármacos. Eficacia versus seguridad. Niveles de dosis. Reacciones adversas. Toxicidad de biofármacos: inmunotoxicidad, inmunogenicidad, hematotoxicidad. Toxicocinética. Farmacovigilancia. Bases de Datos.</p>
---	--	--	--

oncohematológicas			farmacocinéticos y	Tema 6. Regulación de medicamentos
Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades neurológicas.	Tema 4.2:	Enfermedades cardiovasculares	farmacodinámicos.	biotecnológicos en España y en la Unión Europea.
Farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades mentales.	Tema 4.3:	Enfermedades respiratorias.	Tema 10. Farmacogenética del dolor y la anestesia.	Tema 7. Introducción a la Farmacogenética.
Farmacogenómica y farmacogenética en Pediatría.	Tema 4.4:	Enfermedades infecciosas.	Tema 11. Farmacogenética y farmacogenómica de otras enfermedades y trastornos: farmacogenética y farmacogenómica de las enfermedades inflamatorias crónicas y osteoarticulares.	Tema 8. Farmacogenética y Farmacocinética.
Farmacogenómica y farmacogenética en el anciano.	Tema 4.5:	Enfermedades mentales.	Farmacogenómica en Neurología. Farmacogenómica de los inhibidores de la bomba de protones.	Metabolismo de fármacos.
Terapia génica. Aspectos éticos de la farmacogenómica y farmacogenética.	Tema 4.6:	Enfermedades oncológicas y hematológicas.	Tema 12. Nutrigenética y nutrigenómica.	Tema 9. Farmacogenética y Farmacocinética.
	Tema 4.7:	Enfermedades metabólicas.		Transporte de fármacos.
	Tema 4.8:	Variabilidad poblacional.		Tema 10. Farmacogenética y Farmacodinamia.
		Tema 5: Aplicación de		Tema 11. Farmacogenómica, Farmacogenética y Medicina personalizada.
				Tema 12. Farmacogenética y

	<p>la farmacogenética a la industria farmacéutica.</p> <p>Tema 5.1: Papel de la farmacogenética en el desarrollo de nuevos fármacos.</p> <p>Tema 5.2: Identificación de blancos terapéuticos moleculares.</p> <p>Tema 5.3: Estudios de coste-eficacia.</p> <p>Tema 6: Aspectos éticos, legales y sociales de la farmacogenética.</p>		<p>desarrollo de nuevos fármacos.</p> <p>Tema 13. Farmacogenética y ensayos clínicos.</p> <p>Tema 14. Enfermedades cardiovasculares y hematológicas.</p> <p>Tema 15. Enfermedades oncológicas.</p> <p>Tema 16. Enfermedades del sistema nervioso central.</p> <p>Tema 17. Enfermedades infecciosas.</p> <p>Tema 18. Enfermedades respiratorias</p>
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el cuadro anterior, se realiza una comparación entre los diferentes planes de contenidos de cuatro universidades, ahí se pueden observar una serie de similitudes o temas en

común entre ellas. Con base a esto, se realizó una escogencia de contenidos de relevancia e interés, los cuales se detallan a continuación:

La primera similitud se encuentra entre la Universidad de Salamanca y la Universidad Castilla la Mancha. En ellas, el tema 1 incluye como contenido el genoma humano. Dar inicio a un curso de farmacogenética y farmacogenómica con un tema como este tiene como ventaja el que los estudiantes formen una base sobre el estudio de la genética. Además, puede ayudarles a entender cómo la implementación clínica de la secuenciación de los genomas de cada paciente se ha convertido en una gran herramienta para identificar las causas de muchas enfermedades y las terapias adecuadas para tratarlas.

Siguiendo con las similitudes, la segunda de ellas se da entre la Universidad Castilla la Mancha y la Universidad Francisco Victoria. En ambas se incluye como parte del tema 1, una introducción a la farmacogenética y farmacogenómica y sus fundamentos. Asimismo, en ambas se incluye, también en el tema 1, la definición de farmacogenética y farmacogenómica. Esta definición e introducción al curso es necesaria debido a que estas disciplinas aún se encuentran en los inicios de su desarrollo y, como consecuencia de esto, gran parte de los estudiantes de carreras de salud ignoran su existencia o saben muy poco al respecto.

La tercera similitud que se puede encontrar al comparar la distribución de temas entre estas universidades se da con el de herramientas bioinformáticas y su relación y utilidad con la farmacogenómica, el cual se imparte en la Universidad de Salamanca y en la Universidad Francisco Victoria. Impartir este tema en un curso de farmacogenética da el conocimiento a los estudiantes sobre algunas técnicas de Ingeniería Genética, como lo son la extracción del ADN, la transcripción inversa, la reacción en cadena de la polimerasa, la hibridación molecular de ácidos nucleicos (Southern blot, Northern blot y Dot Blot), entre otras.

Todas estas técnicas han sido muy utilizadas dentro de la rama de la investigación y gracias a ellas es que actualmente se ha recopilado información suficiente para que tanto la farmacogenética como la farmacogenómica se puedan desarrollar.

La cuarta similitud que se observa entre estos planes de contenidos se da entre la Universidad de Salamanca y la Universidad Francisco Victoria. Ambas tienen en común el tema de los polimorfismos genéticos y el papel que estos juegan en la metabolización de fármacos. Ahora bien, siendo este tema la base de la medicina personalizada, no es sorpresa que se vuelva necesario de incluir en un plan de contenidos.

Los polimorfismos son la base de la heterogeneidad genética frente a las enfermedades y, aún más importante, frente a la respuesta a sus tratamientos. Conocer qué es un polimorfismo y cuáles se han identificado como los más comunes en diferentes padecimientos es lo que ha dado como resultado que se avance en terapias que años atrás eran poco eficaces y traían, además, una serie de efectos secundarios que podían agravar el bienestar del paciente.

La quinta similitud se da entre la Universidad San Pablo y la Universidad de Salamanca, ambas imparten temas asociados con los mecanismos de acción de los fármacos. Por ejemplo, la Universidad San Pablo plantea el tema de acción de biofármacos sobre sus dianas, mientras que la Universidad de Salamanca, el de genética molecular de los receptores fármacos. Por otro lado, La Universidad Castilla la Mancha incluye el mismo tema, pero enfocado solamente en los genes implicados en el transporte de fármacos.

Este tema se incorpora en las diferentes universidades con enfoques diferentes; no obstante, en las tres el objetivo es enseñar puntualmente sobre los receptores de fármacos y cuáles son las bases genéticas de estos receptores. Nuevamente, incluir esto es necesario, ya que así los estudiantes pueden ir entendiendo de mejor forma el rol que juega la genética, y cómo entender su heterogeneidad es la clave para mejorar el resultado de gran parte de terapias.

La sexta similitud es en el tema de genes implicados en el metabolismo de fármacos, el cual imparten la Universidad Castilla la Mancha, la Universidad de Salamanca y la Universidad San Pablo. En la de Salamanca se enfocan más en las proteínas metabolizadoras de fármacos, mientras que en la San Pablo se enfocan en la farmacocinética aplicada a biofármacos. Otra vez se trata de enfoques diferentes con un mismo énfasis, y es el de explicar mejor el metabolismo de los fármacos.

La importancia de este tema recae en que se debe conocer y estudiar primero lo que se utiliza actualmente en clínica y sus efectos para después poder comparar esto con lo que la farmacogenética dispone y cuáles diferencias en el metabolismo de fármacos existen una vez entra en juego el estudio de la genética.

En relación con la séptima similitud, en la Universidad Francisco Victoria se incluye un tema sobre reacciones adversas a los medicamentos, su impacto social y económico, mientras en la Universidad San Pablo se incluye el tema de seguridad de fármacos y biofármacos. Es decir, ambas universidades imparten temas asociados a la seguridad de los medicamentos y sus posibles reacciones adversas. Este tema en específico trae consigo el inicio de la comprensión de la terapia personalizada y la necesidad que existe de que esta sea desarrollada e implementada en distintos trastornos y padecimientos.

Esto último debido a que en muchos casos los medicamentos utilizados para tratar ciertas enfermedades son poco efectivos, ya sea porque estos funcionan a unos pocos o porque sus efectos secundarios son severos. Además, los estudiantes pueden entender así por qué el objetivo final de la farmacogenética y la farmacogenómica es ayudar en la prescripción del medicamento apropiado en la dosis correcta. Esto en un intento de minimizar los eventos adversos y la toxicidad y de maximizar la eficacia excluyendo a aquellos que, probablemente, no se beneficiarán o que pueden resultar perjudicados.

La octava similitud se da con el tema de farmacogenética, farmacogenómica y sus implicaciones en las enfermedades respiratorias. Este se imparte en tres de las cuatro universidades: Universidad de Salamanca, Universidad Castilla la Mancha y Universidad San Pablo. Con esta similitud se da inicio al desarrollo de temas relacionados con ramas de la medicina que se han visto sumamente beneficiadas con los avances en farmacogenética y farmacogenómica.

En el caso de las enfermedades respiratorias, existe un gran avance en relación con enfermedades como el asma. Esta es, según Tse et al.⁸⁴, una de las enfermedades cuyo costo en los Estados Unidos es de aproximadamente cincuenta y seis mil millones de dólares. Los

medicamentos recetados son bastante costosos y, a pesar de que en su mayoría son eficientes, existe una variabilidad interindividual significativa en la respuesta a cada una de las tres clases principales de medicamentos. Es por esto que estudios en farmacogenética y farmacogenómica pueden ayudar a diferenciar a aquellos pacientes que responden de los que no responden antes de iniciar el tratamiento. Así, el sistema de salud no solo se ahorraría el costo de un tratamiento poco eficaz, sino también se evitarían muchos efectos adversos en los pacientes.

La novena similitud se da entre las universidades Francisco Victoria, Universidad San Pablo y Universidad Castilla la Mancha, debido a que todas imparten el tema de la farmacogenética y farmacogenómica y las enfermedades cardiovasculares. Incluir este tema, al igual que el tema de las enfermedades pulmonares, se justifica a través de los grandes avances que se han realizado en esta rama de la medicina por medio del conocimiento que los estudios en genética han dado.

Los estudios de farmacogenómica en el área cardiovascular se han concentrado, en gran medida, en los medicamentos que ya tienen licencia y que son de uso clínico generalizado. Proyectos como el *CIPIC (Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium)* y *PharmGKB (The Pharmacogenomics Knowledgebase)* han desarrollado y publicado guías que contienen recomendaciones de dosis terapéuticas basadas en el genotipo de los biomarcadores.

Teniendo presente esta información, la Administración de Alimentos y Medicamentos (Food and Drugs Administration) ha producido una lista con diferentes fármacos que muestran una efectividad terapéutica reducida. El ejemplo más conocido es el del anticoagulante oral warfarina. Este medicamento se emplea en la prevención y tratamiento de eventos tromboembólicos, o sea, conocer sobre los avances farmacogenéticos en esta área, al igual que con las enfermedades pulmonares, tiene como fin evitar el uso de terapias poco efectivas.

La décima similitud está entre la Universidad Castilla la Mancha y la Universidad San Pablo. En este caso, en ambas se imparte el tema sobre el descubrimiento y diseño de fármacos y biofármacos y el papel de la farmacogenética en el desarrollo de estos. Este tema brinda a los estudiantes información de calidad sobre los factores de riesgo genéticos para enfermedades complejas y cómo es necesario tomar en consideración la heterogeneidad genética tanto del paciente como de las enfermedades a la hora de diseñar fármacos y terapias.

La undécima similitud es que en todas las universidades se imparte el tema de la farmacogenética y farmacogenómica en relación con las enfermedades oncológicas, hematológicas y oncohematológicas. Como se ha mencionado en múltiples ocasiones a lo largo del desarrollo de esta tesis, la rama de la Oncología es en la que más avances se conocen actualmente, gracias al desarrollo de los estudios de la genética. Los enfoques de la farmacogenómica y la farmacogenética se han aplicado a muchos medicamentos contra el cáncer, en un esfuerzo por identificar variaciones genéticas heredadas o adquiridas que sean relevantes y puedan predecir la respuesta del paciente a la quimioterapia y las terapias dirigidas.

Considerando la significativa heterogeneidad asociada a la respuesta a los agentes anticancerígenos y el estrecho índice terapéutico, disciplinas como la farmacogenética y farmacogenómica tienen el potencial de ofrecer regímenes de tratamientos oncológicos individualizados. Tomando en cuenta lo anterior, un tema específico sobre cáncer y farmacogenética y farmacogenómica es estrictamente necesario.

La duodécima similitud se da debido a que en la Universidad de Salamanca se imparte el tema de farmacogenómica y farmacogenética de las enfermedades infecciosas. A su vez, este se imparte en las universidades Castilla la Mancha, Francisco Victoria y San Pablo; como se ve, se imparte en todas. Al igual que el cáncer y la terapia oncológica, las enfermedades infecciosas aún no se entienden del todo, principalmente en el caso de enfermedades como el VIH.

Al tenerse tan poca información de estas enfermedades, también se han implementado, a lo largo de los años, terapias muy costosas y con muy baja efectividad. Sin embargo, actualmente se ha encontrado en la farmacogenética y farmacogenómica posibles respuestas a muchos retos que presentaba el tratamiento de estas enfermedades de carácter infeccioso. En otras palabras, el incluir este tema en los cursos de estas universidades se relaciona con la importancia de preparar a los futuros profesionales en salud para que se encuentren cada vez mejor capacitados frente a los pacientes y esto genere una mejor y más personalizada atención.

La trigésima similitud se encuentra entre las universidades de Salamanca, Castilla la Mancha y Francisco Victoria en el tema de farmacogenética y farmacogenómica de las

enfermedades mentales. Estas últimas han presentado grandes avances por medio de la terapia individualizada que la farmacogenética y farmacogenómica permiten. Como se ha mencionado anteriormente, introducir a estudiantes de Farmacia a esta información implica crear un espacio para que, cada vez más, profesionales en salud se interesen por la farmacogenética y farmacogenómica y estas disciplinas puedan explotarse aún más.

Finalmente, la decimocuarta similitud está en el tema asociado a los aspectos éticos de la farmacogenética y farmacogenómica. Este se imparte tanto en la Universidad de Salamanca como en la Universidad Castilla la Mancha. Además, se encuentra como uno de los últimos por impartir en los cursos de ambas universidades. La justificación de incluir un curso como este en una distribución de contenidos para un curso de farmacogenética puede justificarse a través de la necesidad de formar profesionales de calidad que no solo tengan el conocimiento, sino también que lo empleen de manera correcta.

En relación con los temas encontrados en las diferentes universidades comparadas, en las que se incluía en su plan de estudios para la carrera de Farmacia un curso de farmacogenética y farmacogenómica, se planteó una consulta a los profesionales entrevistados, de cuáles serían los contenidos más importantes a implementar. Entre las respuestas dadas se obtiene que:

4.1.1 Licenciada Sandra Liliana Hernández Salón:

Menciona que se debería impartir un repaso a nivel general de la bioquímica que, de cierta manera, es considerada un área de gran importancia para la farmacogenética y farmacogenómica y, además, una inducción muy completa hacia la genética donde involucre con mayor detalle conceptos como el citocromo p450, incluyendo así enzimas, alelos, que influyan en el metabolismo de metabolitos secundarios, entre otros procesos de gran relevancia.

4.1.2 Dr. Juan Edgar Mora Badilla:

El Dr. Juan Edgar señala que es indispensable el uso de la tecnología CRISPR-Cas9, la cual puede ofrecer la capacidad de poder modificar y corregir cambios asociados a una enfermedad

subyacente en el genoma. Además, una correcta formación en la teoría de la genética, la cual involucre términos como PCR, inmunología y un correcto entendimiento de otros términos relacionados proveerían mayor entendimiento en el área. El ADN es otro tema que debería de ser estudiado a detalle y se debería entender su composición por completo.

4.1.3 Dr. Ricardo Sancho Calvo:

El director de Carrera responde que, a su parecer, los contenidos del curso deberían de empezar desde la teoría básica de la farmacogenética y cómo funciona, hasta qué enzimas hay involucradas, mecanismos y, además, entrar en detalle a los metabolizadores rápidos y lentos. También indica que es primordial dirigir y darle un enfoque hacia la parte clínica, dando a comprender cuáles medicamentos utilizados sirven para una situación y otra, dependiendo de los resultados que el paciente presente.

4.1.4 Licenciado Dennis Jiménez Vargas:

El Lic. Jiménez Vargas manifiesta que es necesario un repaso a todo lo referente de la biología molecular, la cual incluye distintos conceptos, así como caracterización del ADN, ARN, proteínas y, además de su funcionamiento, deberían de incluirse contenidos en relación con la genómica. También considera de importancia incluir temas de análisis estadísticos y todo en relación con variaciones genéticas con respuesta de fármacos.

Para un mejor aprendizaje por parte de los estudiantes, se les preguntó a los cuatro profesionales entrevistados, todos con experiencia en docencia, que cuáles estrategias metodológicas serían de relevancia para lograr un aprendizaje activo en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica. Estas son sus respuestas:

4.1.5 Licenciada Sandra Liliana Hernández Salón:

Menciona la Licda. Hernández que, además de ser un curso en el que se evalúe mucho el tema conceptual, se debería de incluir un curso de laboratorio de farmacogenética y farmacogenómica con equipos como termocicladores, electroforesis y distintos reactivos que

permitan un desarrollo óptimo, de forma que los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos aprendidos.

4.1.6 Dr. Juan Edgar Mora Badilla:


El Dr. Juan Edgar menciona que al ser la farmacogenética y farmacogenómica un área en auge, cada día salen nuevos estudios que brindan nueva información, por lo tanto, considera de gran importancia que sea un curso en el que se promueva mucho las investigaciones y también el aprendizaje de distintos conceptos teóricos, que permitan un mejor entendimiento de la genética. Por último, cree necesario involucrar un área práctica, así como un laboratorio que mejore la percepción, y que los estudiantes logren aplicar la teoría aprendida.

4.1.7 Dr. Ricardo Sancho Calvo:

El director de carrera de Farmacia de la UIA considera de suma importancia que en caso de la inclusión del curso, debería de tener un contenido teórico que sea bastante amplio, en donde los estudiantes conozcan a fondo la genética y, específicamente, el área necesaria para comprender la interacción entre los fármacos y los humanos. Además, la inclusión de laboratorios y simuladores pueden ser una opción viable para lograr un mayor aprendizaje óptimo por parte de los estudiantes.

4.1.8 Licenciado Dennis Jiménez Vargas:

El Licenciado Jiménez expresa que se trataría de un curso avanzado debido al gran detalle que se le debería dar a la teoría en sus diversos contenidos; asimismo, considera que una parte investigativa sería necesaria debido a los nuevos avances que se publican día tras día. Además, considera que como proyectos, se podrían pedir reportes de casos o revisiones bibliográficas y la inclusión de laboratorios virtuales y simuladores en la parte práctica, todo esto puede ser viable, se pueden implementar distintos estudios genómicos y que los estudiantes puedan adquirir mayor conocimiento.

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS</p> <p style="text-align: center;">Formulario para el establecimiento de los Programas Cuatrimestrales de Curso</p>	<p style="text-align: center;">Código</p>
---	---	---

Elaborado por: Joshwill Mo Díaz	Aprobado por:	Fecha de Emisión:	Fecha de Aprobación:	Versión 1
---------------------------------------	---------------	----------------------	-------------------------	--------------

Carrera: Farmacia	Grado Académico: Licenciatura
Nombre del curso: Bases de la Farmacogenética y Farmacogenómica	Período: II Cuatrimestre 2022
Código del curso:	Cantidad horas semanales: 4 horas
Carácter del curso: Optativo	Cantidad horas estudio independiente: 8 horas
Créditos:4	Requisitos o correquisitos:

4.2 Objetivo General

- Obtener los conceptos teóricos/prácticos necesarios para entender la farmacogenética y farmacogenómica desde un punto de vista clínico.

4.3 Objetivos Específicos

- Comprender los principios básicos de la Biología Molecular mediante el proyecto del genoma humano y su relevancia en la regulación de la expresión genética.
- Entender la relación directa de la farmacocinética y farmacodinámica desde el punto de vista de la farmacogenética y farmacogenómica.

- Identificar y manejar términos esenciales relacionados con la Biología Molecular, así como Haplotipo, Alelo, SNP y otros.
- Aprender a interrelacionar las variantes genéticas que se pueden presentar y su resultado en el mecanismo de acción de los fármacos.

4.4 Competencias del Curso

- Se pretende familiarizar a los estudiantes con la importancia del conocimiento de la farmacogenética y farmacogenómica, incluyendo todos los aspectos básicos que se relacionan con esto desde principios de Biología Molecular, variaciones genéticas y modificación de mecanismos de acción a causa de polimorfismos genéticos y otros, visualizando así este campo como una competencia necesaria a futuro y una rama innovadora para el campo farmacéutico.

4.5 Presentación del Curso

- Se plantea un curso con una modalidad mixta, en la cual se pueda impartir de forma virtual, para facilidad de los estudiantes interesados, todos aquellos conceptos teóricos necesarios para generar una familiarización con el tema. Seguido esto de sesiones presenciales para generar en un entorno colectivo debates y casos clínicos relacionados directamente con las temáticas vistas.

SEMANA	CONTENIDOS	RESULTADOS	METODOLOGÍA
1	Presentación del curso, lectura del programa y métodos de evaluación	Familiarizarse con la metodología del curso a impartir	Magistral (Teoría)
2	Proyecto del Genoma Humano	Describe de qué manera la implementación clínica secuenciación de los	Magistral (Teoría)

		genomas de cada paciente se ha convertido en una gran herramienta en identificación de enfermedades y terapias adecuadas.	
3	Fundamentos básicos de la farmacogenética y farmacogenómica	Describir distintos conceptos y realizar una correcta inducción de los estudiantes en el área, dado que esta aún se encuentra en progreso, razón por la cual aún muchos profesionales de la salud saben muy poco acerca del mismo.	Magistral(Teoría)
4	Herramientas bioinformáticas y su empleo en la farmacogenómica	Describe algunas técnicas utilizadas así como la extracción del ADN, la transcripción inversa, la reacción en cadena de la polimerasa, la hibridación molecular de ácidos	Magistral (Teoría) Práctico (Simulador virtual)

		nucleicos entre otras.	
5	Polimorfismos genéticos y su función en la metabolización de fármacos	Describe qué es un polimorfismo y sus identificaciones en distintos padecimientos. Información de avance en terapias en beneficio del bienestar del paciente.	Magistral (Teoría) Caso Clínico
6	Evaluación	Se busca evaluar los contenidos a partir de la semana 2-5 con el fin de identificar el aprendizaje obtenido por parte de los estudiantes.	Examen parcial Comprende marque con equis, pareo y desarrollo.
7	Dianas y receptores en la farmacogenética	Explicar puntualmente acerca de los receptores de fármacos y sus bases genéticas. Describir el rol de la genética y entender cómo la heterogeneidad	Magistral (Teoría)

		influye para mejorar el resultado de gran parte de terapias.	
8	Genética en el metabolismo de fármacos	Explicar el metabolismo de los fármacos, su importancia, conocer actualmente los avances en la clínica con el objetivo de que los estudiantes puedan realizar una comparación con lo que la farmacogenética dispone.	Magistral (Teoría) Práctico (Laboratorio)
9	Efectos secundarios y su relación con el entorno social	Describir temas asociados a la seguridad de los medicamentos y sus posibles reacciones adversas, dando así una mejor comprensión de la terapia personalizada y la necesidad que existe de que esta sea	Magistral(Teoría)

		<p>desarrollada e implementada.</p> <p>Entender que farmacogenética y la farmacogenómica tiene como objetivo ayudar en la prescripción del medicamento apropiado, en la dosis correcta, minimizando de esta manera los eventos adversos y la toxicidad, y maximizando su eficacia.</p> <p>Identificar los beneficios que tendría el sistema evitando tratamientos innecesarios.</p>	
10	Evaluación	<p>Se busca evaluar los contenidos a partir de la semana 7-9, con el fin de identificar el aprendizaje obtenido por parte de los estudiantes.</p>	<p>Examen parcial</p> <p>Comprende selección única, pareo y desarrollo.</p>

11	Implicaciones de la farmacogenética y farmacogenómica en el cáncer.	Describir los aportes de la farmacogenética y farmacogenómica y el potencial que posee para ofrecer regímenes de tratamientos oncológicos individualizados.	
12	Identificación de patologías implicadas en el campo de estudio	Describir estudios relacionados con la farmacogenética y farmacogenómica que pueden ayudar a diferenciar a aquellos pacientes que responden de los que no responden antes de iniciar el tratamiento.	Magistral (Teoría) Debate por parte de los estudiantes (Apoyo teórico)
13			
14	Diseño de fármacos e importancia de la farmacogenética en su I+D	Este tema describe información detallada a los estudiantes acerca de factores de riesgo genéticos para enfermedades complejas y lo que involucra la	Práctico (Simulador virtual)

		heterogeneidad genética, tanto del paciente como de las enfermedades a la hora de diseñar fármacos y terapias.	
15	Evaluación	Se busca evaluar los contenidos a partir de la semana 11-14 con el fin de identificar el aprendizaje obtenido por parte de los estudiantes.	Defensa de caso clínico oral

Propuesta de Evaluación

Rubro	Porcentaje
Exámenes Parciales	20 % (Cada uno)
Debates	5 %
Caso Clínico	30 %
Trabajo en clase	15 %
Tareas	10 %
TOTAL	100 %

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones:

En el presente capítulo se mostrarán la resolución de los objetivos planteados en el inicio de la investigación, los cuales se analizaron en el apartado anterior por medio de la metodología y herramientas expuestas en el transcurso del proyecto.

Con respecto al objetivo específico 1: Indicar las patologías más involucradas en el área de la farmacogenética y la farmacogenómica. Se concluye lo siguiente:

- El área en donde la farmacogenética y farmacogenómica ha brindado mayor aporte es en la rama de la Oncología por medio de la creación de distintos biomarcadores que han permitido brindar una mejor terapia hacia el paciente a través de indicaciones personalizadas, así como una dosis adecuada para el individuo.
- Se destacan otras áreas relacionadas directamente al campo, que han presentado avances significativos en los últimos años, como lo son patologías del sistema respiratorio, sistema nervioso central, glaucoma, diabetes y el sistema cardiovascular.

Con respecto al objetivo 2: Reconocer la farmacogenética y la farmacogenómica como una herramienta para el avance de la salud pública según las distintas enfermedades de los pacientes. Se concluye lo siguiente:

- A pesar de los avances en esta área, aún es necesaria la creación de nuevas herramientas que aporten beneficios a distintas patologías que sufren millones de personas al rededor del mundo; por lo tanto, es indispensable la obtención de conocimiento para facilitar la comprensión del tema por parte de los profesionales en salud.
- Con los avances existentes se ha podido mejorar el tratamiento para algunas patologías, logrando tener avances positivos en relación con un diagnóstico adecuado y respuesta de los fármacos específicos.

- Si bien, la farmacogenética y farmacogenómica son una rama innovadora de la Farmacia, la falta de recursos en el sector público y el costo elevado de su aplicación confiere a una dificultad para la aplicación óptima de la medicina personalizada.

Con respecto al objetivo 3: Desarrollo de un programa de estudio para la incorporación del curso de farmacogenética y farmacogenómica para la nueva malla curricular de la Universidad Internacional de las Américas. Se concluye lo siguiente:

- Según el análisis de contenido desarrollado, se determina que el escaso conocimiento por gran parte de los profesionales en el área de salud es notable, esto puede ser considerado como una causa de importancia por la que no existen avances significativos en el área de la farmacogenética y farmacogenómica.
- En la actualidad, son pocas las universidades que imparten un curso de farmacogenética y farmacogenómica, por ende, es necesario promover un aprendizaje activo en el área para tener mayor aporte investigativo con el cual se pueda progresar en la implementación de nuevas herramientas que permitan optar por mejores tratamientos personalizados, fomentando una mejora en la calidad de vida de los pacientes.
- La farmacogenética y farmacogenómica son un área en expansión, por lo que el curso ayudaría a implementar las bases necesarias para la comprensión por parte del estudiantado. Sin embargo, el país no cuenta con el acceso a herramientas necesarias para el desarrollo activo de la modalidad de la medicina personalizada, por esto, se ve como una dificultad a largo plazo.

5.2 Recomendaciones

Al Colegio de Farmacéuticos de Costa Rica:

- Integrar cursos de actualización acerca el área de farmacogenética y farmacogenómica hacia los egresados de la carrera de Farmacia, con la finalidad de promover el auge investigativo por parte de los profesionales.

- Incentivar la implementación de cursos optativos en la malla curricular de las universidades, tanto públicas como privadas, que impartan la carrera de Farmacia.

A la Universidad Internacional de las Américas:

- Fomentar la inclusión del curso “Bases de la Farmacogenética y Farmacogenómica” en la nueva malla curricular como uno de carácter optativo, que permita el desarrollo activo del área, dándoles así herramientas a los futuros egresados para competir en el mercado laboral y dar respuesta a las posibles problemáticas.
- Incluir diversos métodos de evaluación práctica, con el fin de complementar las clases magistrales teóricas, promoviendo la versatilidad de las clases generando así una mayor participación activa por parte de los estudiantes.
- Publicitar a los egresados de la carrera de Farmacia el curso como una modalidad de actualización continua, de modo que la universidad se presente como un recinto en el cual se pueda optar por cursos de interés sanitario.

Al estudiantado:

- Implementación de charlas relacionadas con el tema de la farmacogenética y farmacogenómica, que permitan un mayor acercamiento en el área.
- Fomentar la investigación en áreas innovadoras de la Farmacia, beneficiando a futuro no solo el desarrollo profesional, sino también el sistema de salud, favoreciendo el uso de mejores terapias hacia el paciente, que generen adherencia al tratamiento y una disminución de los efectos secundarios.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ortiz L, Tabak R. Farmacogenómica en la práctica clínica. Rev. Med. Clin. Condes. [Internet].2012. [citado el 27 de septiembre del 2021]; 23(5) 616-21. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70356-5](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70356-5)
2. Hernández J. La Farmacogenética y Farmacogenómica como una alternativa en el desarrollo de nuevas terapias y fármacos. [Tesis para título de Químico Farmacéutico Biólogo] Cautitlan Izcalli, Estado de México: Universidad Autónoma de México.2006.
3. Banda S, Jovani E, Chávez H. Farmacogenética y farmacogenómica: hacia una medicina personalizada. Rev Fac Med UNAM. [Internet]. 2010. [citado el 27 de septiembre del 2021]; 53(2). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2010/un102c.pdf>
4. Corno A, García P, Soria A. La enseñanza de Farmacogenética/Farmacogenómica y Genética en las facultades de Farmacia de España, las causas del atraso. Educ Med 203-210. [Internet]. 2012. [consultado el 27 de septiembre del 2021]; 19:203-210. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.03.029>
5. Santos F, Novalbos J. Impacto estratégico de la Medicina individualizada. Implicaciones en la clínica de la farmacogenética. 2008. [Consultado el 28 de septiembre del 2021]; Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-administracion-sanitaria-siglo-xxi-261-articulo-impacto-estrategico-medicina-individualizada-implicaciones-13131>
6. Dilla T, Valladares A, Lizán L, Sancristán J. Adherencia y persistencia terapéutica: causas, consecuencias y estrategias de mejora. 2009. [Consultado el 28 de septiembre del 2021]; Disponible en: DOI: 10.1016/j.aprim.2008.09.031
7. Daudén E. Farmacogenética I. Concepto, historia, objetivos y áreas de estudio.2006. [citado el 28 de septiembre del 2021]; Disponible en: DOI: 10.1016/S0001-7310(06)73482-2

8. Ortega JJ, Sánchez D, Rodríguez ÓA, Ortega JM. Adherencia terapéutica: un problema de atención médica. *Acta Méd Grupo Ángeles* [revista en la Internet]. 2018 Septiembre. [Consultado 2022 marzo 20]; 16(3): 226-232. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032018000300226&lng=es.
9. Meletis J & Konstantopoulos K. Favism - From the "avoid fava beans" of Pythagoras to the present. *Haema*. [Consultado 05 marzo de 2022]; 7, 1, 17-21, 2004. 7. 17. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/215531142_Favism_-_From_the_avoid_fava_beans_of_Pythagoras_to_the_present
10. Organización Panamericana de la Salud. (2020). Programa de Medicamentos Esenciales y Tecnología (HSE) División de Desarrollo de Sistemas y Servicios de Salud (HSP). [revista en Internet]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/EDUCFA_plan_basico-esp OPS Lima%201998_dcto.word PAJ.pdf
11. Gutiérrez F. Pedagogía universitaria y desenvolvimiento del estudiante: Un paradigma evidenciado en la capacidad de manejo del poder. *Rev Educ* [Internet]. [Consultado 05 Marzo de 2022]; 6(2): 213-220. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/2918/2820>
12. Naranjo M-EG, Rodrigues-Soares F, Peñas-Lledó EM, Tarazona-Santos E, Fariñas H, Rodeiro I, et al. Interethnic Variability in CYP2D6, CYP2C9, and CYP2C19 Genes and Predicted Drug Metabolism Phenotypes Among 6060 Ibero- and Native Americans: RIBEF-CEIBA Consortium Report on Population Pharmacogenomics. *OMICS* [Internet]. 2018. [Consultado el 25 de marzo del 2022]; 575–88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30183544/>

13. Amariles P, Osorio-Bedoya EJ, Cardona D. Enseñanza de la atención farmacéutica en América Latina: una revisión estructurada. *Farm Hosp* [Internet]. 2019 abril. [Consultado 2022 marzo 20]; 43(2): 66-73. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.7399/fh.11193>.
14. Sánchez A y Acuña J. Educación farmacéutica: hacia la enseñanza y el aprendizaje focalizado en el paciente. *Rev [revista en internet] OFIL* 2017, 27;4: 412 [Consultado 07 marzo de 2022]. Disponible en: <https://ilaphar.org/wp-content/uploads/2017/12/Carta-Director-5-OFIL-27-4.pdf>
15. Arrieta-Bolaños E, Alvarado-Ulate P, Baudrit-Carrillo Olga, Salazar-Sánchez Lizbeth. Farmacogenética: hacia la individualización de la terapia farmacológica en Costa Rica. *Acta Méd Costar* [Internet]. Diciembre de 2012 [Consultado el 11 de marzo de 2022]; 54(4): 207-216. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022012000400003&lng=en
16. Torres M. Propuesta de inclusión del currículum académico de farmacología veterinaria en el plan de estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas. [Tesis de Grado en Farmacéutica]. San José, Costa Rica: Universidad Internacional de las Américas. 2019.
17. Céspedes G. Farmacogenética del CYP2D6, CYP2C9 y CYP2C19 en la población costarricense respecto de las centroamericanas y su relación con la ancestría genómica. [Tesis de Grado en Farmacéutica] Badojéz, España: Universidad de Extremadura. 2018
18. González D. Análisis de las tendencias académicas nacionales e internacionales de la dermocosmética como especialidad farmacéutica para la propuesta de la inclusión de un curso optativo en el plan de estudios de la carrera de farmacia en la universidad. [Tesis de Grado en Farmacéutica] San José, Costa Rica: Universidad Internacional de Las Américas. 2021

19. Uribe BI. La historia de la ciencia: ¿Qué es y para qué? Rev Odont Mex. [Internet]. 2017. [Consultado el 23 de octubre del 2021]; 21(2): 78-80. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-odontologica-mexicana-90-articulo-la-historia-ciencia-que-es-S1870199X17300277>
20. National Human Genome Reseach Institute ¿Qué es un genoma? [Internet]. 2022. [Consultado el 13 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/About-Genomics/Introduccion-a-la-genomica>
21. Sagrera J. Historia de la Farmacia. Travessera de Gràcia, Barcelona, 2005.
22. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. [Consultado el 25 de octubre del 2021]; Historia de la Farmacia. Disponible en: <https://farmacia.ucr.ac.cr/historia>
23. Universidad Internacional de las Américas. Costa Rica. [Consultado el 25 de octubre del 2021]. Carrera de Farmacia. Disponible en: <https://uia.ac.cr/>
24. Badilla B, Montero N, Mora AI, Quesada Y, Castro G, Monge M. Contribución al desarrollo de la educación farmacéutica costarricense: Perfil Académico Profesional de la persona farmacéutica asistencial. Rev Actualid Inv en Educ.[Internet].2018. [Consultado el 27 de septiembre del 2021]; 18(3): 1-30. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v18n3/1409-4703-aie-18-03-544.pdf>
25. Hidalgo M, Tames L. Atención farmacéutica: descripción del concepto y la aplicación de sus actividades por parte de farmacéuticos a nivel institucional y privado de los cantones centrales de San José y Cartago durante el período de octubre a noviembre, 2014. [Internet]. 2014. [Consultado el 27 de septiembre del 2021]; Disponible en: http://www.afam.org.ar/textos/articulo_atencion_farmaceutica.pdf

26. De la Torre, S. Ciudadanía Planetaria. Sentipensar la creatividad. Por una Educación en Valores. (Internet]. 2017. [Consultado el 13 de marzo de 2022];. Disponible en: <https://bit.ly/31WuIAZ>
27. Rojas, A. Planeamiento del proceso enseñanza aprendizaje. Editorial Universidad Estatal a Distancia. 2016.
28. Chaves J, Suárez A, Permy LD. Acercamiento Necesario a la Pedagogía General. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 2016.
29. Tobón, S. El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. Acción Pedagógica, [Internet]. 2017. [Consultado el 13 de marzo de 2022];. Disponible en: <https://bit.ly/3kwwmjZ>
30. Guerra, G. Una revisión panorámica al entrenamiento de las habilidades blandas en estudiantes universitarios. [Internet]. 2017. [Consultado el 13 de marzo de 2022]. Disponible en <https://bit.ly/3j9zCA8>
31. Certad, P. Tendencias pedagógicas y didáctica: visiones en 4 tiempos. Rev de Comunic de la SEECI [Internet]. 2017. [Consultado el 13 de marzo de 2022]; ISSN: 1576-3420 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5235/523552855005.pdf>
32. UNESCO. Enfoques estratégicos sobre las TIC en Educación en América Latina y el Caribe. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO Santiago). [Internet]. 2017. [Consultado el 13 de marzo de 2022];. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticsesp.pdf>
33. Porto, B. Plan Básico de Educación Farmacéutica para el siglo XXI: Una propuesta de discusión; [Internet]. 2010. [Consultado el 13 de marzo de 2022]. VII Conferencia Panamericana de Educación Farmacéutica. Disponible en:

https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/plan_basico_de_educacion_farmaceutica_2010.pdf

34. Marrero, O., Mohammed, R., y Xifra, J. Habilidades blandas: Necesarias en la formación integral del estudiante universitario. *Rev Cient Ecoc*. [Internet]. 2018. [Consultado el 13 de marzo de 2022] Disponible en: <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/144>
35. Universidad Internacional de las América. Perfil del estudiante. [Internet]. 2022. [Consultado el 13 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://uia.ac.cr/oferta-academica/grados/licenciatura/licenciatura-farmacia>
36. Stojiljkovic M, Patrinos GP, Pavlovic S. Clinical applicability of sequence variations in genes related to drug metabolism. *Curr Drug Metab*. 2011 Jun; 12(5):445-54. DOI: 10.2174/138920011795495277. PMID: 21453274.
37. National Human Genome Reseach Institute ¿Qué es un genoma? [Internet]. 2022. [Consultado el 13 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/About-Genomics/Introduccion-a-la-genomica>
38. Spear BB, Heath-Chiozzi M, Huff J. Clinical application of pharmacogenetics. *Trends Mol Med* [Internet]. 2001. [Consultado el 25 de marzo del 2022]; 7(5):201–4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1471491401019864>
39. Rodríguez-Antona, C. “The role of pharmacogenetics and pharmacogenomics in 21st-century medicine: state of the art and new challenges discussed in the VII Conference of the Spanish Pharmacogenetics and Pharmacogenomics Society (SEFF).” *Drug metabolism and personalized therapy*. [Consultado el 20 de marzo del 2022]; 31,1 (2016):1-2. DOI:10.1515/dmpt-2015-0033
40. Arrieta-Bolaños Esteban, Alvarado-Ulate Pablo, Baudrit-Carrillo Olga, Salazar-Sánchez Lizbeth. Farmacogenética: hacia la individualización de la terapia farmacológica en Costa Rica. *Acta Méd Costarric* [Internet]. 2012 [Consultado el 13 de marzo de 2022]; 54(4):

207-216. Disponible en:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022012000400003&lng=en

41. Marron, J. Farmacogenética: aplicaciones en la enfermedad cardiovascular. [Internet]. 2018 [Consultado el 13 de marzo de 2022]; 54(4): 207-216. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82190/tfg%20%28Reparado%29%20revisadoi%20sa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
42. Deverka PA, Vernon J, McLeod HL. Economic Opportunities and Challenges for Pharmacogenomics. Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol [Internet]. 2010 [Consultado el 25 de marzo del 2022]; 50(1):423–37. Disponible en: https://www.funep.org.br/emkt/resumos_genetica/9.%20Economic%20opportunities%20and%20challenges%20for%20Pharmacog
43. Barrantes Rodrigo. Metodología de la Investigación. EUNED. 2014.
44. Cadena P, Rendón-Medel R, Aguilar-Ávila J, Salinas-Cruz E, Cruz-Morales F, Sangerman DM. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. Revista mexicana de ciencias agrícolas [Internet]; 8(7):1603–17. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2631/263153520009/html/>
45. Cook TD, Reichardt CS. Qualitative and Quantitative Methods in Evaluation. [Internet]. 1979. [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 3-6. Disponible en: <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/qualitative-and-quantitative-methods-in-evaluation>
46. Hernández R., Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación 6^a ed. 2014.
47. Maranto M, González ME. Fuentes de Información. [Internet]. 2015 [Consultado el 25 de marzo del 2022]; 64(3):1067–76.
Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>

48. Silvestrini M, Ruiz S, Vargas J. Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias [Internet]. 2008. [Consultado el 23 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://ponce.inter.edu/cai/manuales/FUENTES-PRIMARIA.pdf>
49. Tamayo y Tamayo M. El Proceso de La Investigación Científica. Conocimiento Epistemología [Internet]. 2017. [Consultado el 25 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/12235974/Tamayo-y-Tamayo-Mario-El-Proceso-de-la-Investigacion-Cientifica>
50. Fernández F. Análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. Rev Cienc Soc [Internet]. 2002. [Consultado el 14 de febrero del 2022]; 2(96):35-52. Disponible en : <https://www.redalyc.org/pdf/153/15309604.pdf>
51. Centro de estudios Cervantinos. [Internet]. Madrid, España: Centro de Estudios; 2020 [25 de enero del 2022]. Cuadro comparativo. Qué es, Definición y cómo hacerlo. [3 pantallas aprox.]. Disponible en: <https://www.centroestudioscervantinos.es/cuadro-comparativo/>
52. Yin, R. Case Study Research. Design and Methods. 5^a ed. California: Sage. 2017.
53. Hernández-R, Mendoza C. Metodología de la investigación. McGraw Hill. 2018
54. Arroyo-Álvarez K, Vargas-Aguilar VM. Firmas genéticas para cáncer de mama, utilidad clínica y aplicaciones terapéuticas. Rev Méd del IMSS [Internet]. 2018 [Consultado el 23 de marzo del 2022]. 56(2). Disponible en : <https://www.redalyc.org/journal/4577/457754717014/457754717014.pdf>
55. Trujillo-Martínez M, Gómez-Flores Ramos L, Sánchez Zamorano LM, Reynoso Noverón N, Grimaldo L, Albavera Hernández C et al. Farmacogenética en el cáncer de mama: implicaciones de los genes del citocromo p450 en la supervivencia libre de la enfermedad en las mujeres jóvenes. Rev de Senol y Patol Mam. [Internet]. 2021; [Consultado el 22 de marzo del 2022]. 21(1):16–24. Disponible en: <https://www.elsevier.es>

56. Tellería Orriols JJ, Blanco Quirós A. Farmacogenética en el tratamiento del asma. *An Pediatr (Barc)*. 2006 Mar; 64(3):221–3. Disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-farmacogenetica-el-tratamiento-del-asma-articulo-resumen-13085506>
57. Arap MA. Biología molecular en el cáncer de próstata. *Archivos Españoles de Urología* (Ed impresa) [Internet]. 2010 [Consultado el 23 de marzo del 2022]; 63(1):1–9. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06142010000100001
58. Kawanishi Y, Tachikawa H, Suzuki T. Pharmacogenomics and schizophrenia. *Eur J Pharmacol* [Internet]. 2000 [Consultado el 23 de marzo del 2022]; 410(2-3):227–41. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11134672/>
59. Kirov A, Raventós H. Genética de la esquizofrenia: avances en el estudio de genes candidatos. *Rev Biol Trop* [Internet]. 2004. [Consultado el 25 de marzo del 2022]; 1; 52(3):467–73. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442004000300007
60. Gesteira F, Barros A, Martín V, Pérez A, Cortés M, Baiget A. et al. Pharmacogenetic studies on the antipsychotic treatment. *Act Esp Psiquiatr* [Internet]. 2010. [Consultado el 25 de marzo del 2022]; 38(5):301-16 Disponible en: https://www2.uned.es/psicofarmacologia/stahl4Ed/contenidos/Tema1/documentos/C4/C4D_6.pdf
61. Fini ME, Schwartz SG, Gao X, Jeong S, Patel N, Itakura T, et al. Steroid-Induced Ocular Hypertension/Glaucoma: Focus on Pharmacogenomics and Implications for Precision Medicine. *Prog Retin Eye Res* [Internet]. 2017 [Consultado en 2021 junio 30]; 56:58–83. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5237612/>
62. Venkatachalapathy P, Padhilahouse S, Sellappan M, Subramanian T, Kurian SJ, Miraj SS, et al. Pharmacogenomics and Personalized Medicine in Type 2 Diabetes Mellitus:

- Potential Implications for Clinical Practice. *Pharmacogenomics Per Med* [Internet]. 2021 [Consultado el 9 de enero de 2022]; 14:1441–55. Disponible en : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8598203/pdf/pgpm-14-1441.pdf>
63. Petersmann A, Müller-Wieland D, Müller UA, Landgraf R, Nauck M, Freckmann G, et al. Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes Mellitus. *Exp Clin Endoc Diab*. [Internet].2019. [Consultado el 23 de marzo del 2022]; 127(S 01):S1–7. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31860923/>
64. Fanales-Belasio E, Raimondo M, Suligoi B, Buttò S. HIV virology and pathogenetic mechanisms of infection: a brief overview. *Ann Ist Super Sanita* [Internet]. 2009; [Consultado el 23 de marzo del 2022]; 46:5–14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20348614/>
65. Phillips EJ, Mallal SA. Pharmacogenetics and the potential for the individualization of antiretroviral therapy. *Curr Opin Infect Dis* [Internet]. 2008; [Consultado el 23 de marzo del 2022]; 21(1):16–24. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18192781/>
66. Cacabelos R. Pharmacogenomics of Alzheimer’s and Parkinson’s diseases. *Neurosci Lett* [Internet]. 2018 [Consultado el 23 de marzo del 2022]; DOI: 10.1016/j.neulet.2018.09.018. Epub 2018 Setiembre 17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30236877/>
67. Cacabelos R. Pharmacogenomics and therapeutic prospects in Alzheimer’s disease. *Expert Opin Pharmacother*. [Internet]. 2018 [Consultado el 23 de marzo del 2022]; 6(12):1967–87. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16197352/>
68. Lane CA, Hardy J, Schott JM. Alzheimer’s disease. *Eur J Neurol* [Internet]. 2017 [Consultado el 23 de marzo del 2022]; 25(1):59–70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28872215/>

69. Isaza C, Sepúlveda-Arias JC, Henao J. Pharmacogenomics in medicine. Colomb. Med [Internet]. 2020. [Consultado el 25 de marzo del 2022]; 40(3):327–46. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95342009000300010
70. Wake DT, Ilbawi N, Dunnenberger HM, Hulick PJ. Pharmacogenomics. Med Clin North Am [Internet]. 2019 [Consultado el 2 de febrero del 2022]; 103(6):977–90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31582008/>
71. Stojiljkovic M, Patrinos GP, Pavlovic S. Clinical applicability of sequence variations in genes related to drug metabolism. Current Drug Metabolism [Internet]. 2011 [Consultado el 22 de marzo del 2023]; 12(5):445–54. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21453274/>
72. Apellaniz-Ruiz M, Gallego C, Ruiz-Pinto S, Carracedo A, Rodríguez-Antona C. Human genetics: international projects and personalized medicine. Drug Metab Pers Ther. [Internet]. 2016 [Consultado el 22 de marzo del 2023]; 1:31(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26581075/>
73. González B, Bermejo P. La Farmacogenética como herramienta en el tratamiento de enfermedades oncológicas [Internet]. 2017 [Trabajo de Fin de Grado] Madrid, España: Universidad Complutense. 2017. Disponible en: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/BELEN%20GONZALEZ%20BERTOLIN.pdf>
74. Brajtbord JS, Leapman MS, Cooperberg MR. The CAPRA Score at 10 Years: Contemporary Perspectives and Analysis of Supporting Studies. European Urology [Internet]. 2017 [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 71(5):705–9. Disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0302283816305772>

75. Sidransky D. Emerging molecular markers of cancer. *Nat Rev Cancer* [Internet]. 2002 [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 2(3):210–9. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nrc755>
76. Herman JG, Baylin SB. Gene Silencing in Cancer in Association with Promoter Hypermethylation. *New Engl Journ of Med* [Internet]. 2003 [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 349 (21):2042–54. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra023075>
77. Thompson IM, Pauler DK, Goodman PJ, Tangen CM, Lucia MS, Parnes HL, et al. Prevalence of Prostate Cancer among Men with a Prostate-Specific Antigen Level ≤ 4.0 ng per Milliliter. *N Engl J Med* [Internet]. 2004 [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 27; 350 (22): 2239–46. Disponible en : <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa031918>
78. Airns P, Esteller M, Herman JG, Schoenberg M, Jeronimo C, Sánchez-Cespedes M, et al. Molecular detection of prostate cancer in urine by GSTP1 hypermethylation. *Clin Cancer Res* [Internet]. 2001 [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 7(9):2727–30. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11555585/>
79. Auprich M, Bjartell A, Chun FK-H., de la Taille A, Freedland SJ, Haese A et al. Contemporary role of prostate cancer antigen 3 in the management of prostate cancer. *Eur Urol* [Internet]. 2011 [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 60(5):1045–54. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21871709/>.
80. Cancer Statistics Review, 1975-2014 - SEER Statistics .[Internet]. SEER. 2014. Disponible en : https://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2014/
81. Lamy P-J, Gauchez A-S, Salomon L, Haugh M, Ceraline J, Fulla Y et al. [The level of evidence for the use of biomarkers in the early detection of prostate cancer]. *Ann Biol Clin (Paris)* [Internet]. 2016 [Consultado el 22 de marzo del 2022]; 74(2):227–32. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27029727/>

82. Daly AK. Pharmacogenetics: a general review on progress to date. Br Med Bull [Internet]. 2017 [Consultado el 15 de mayo de 2021]; 124(1):65–79. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29040422/>
83. Ferlay J, Soerjomataram I, Dikshit R, Eser S, Mathers C, Rebelo M et al. Cancer Incidence and Mortality Worldwide: Sources, Methods and Major Patterns in GLOBOCAN 2012. Nat Lib of Med [Internet] 2015 [Consultado el 14 de noviembre del 2021]; 136(5):E359-86. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25220842/>
84. Rodríguez-Vicente AE, Lumbreras E, Hernández JM, Martín M, Calles A, Otín CL et al. Pharmacogenetics and pharmacogenomics as tools in cancer therapy. Drug Metab Pers Ther [Internet]. 2016 [Consultado el 19 de diciembre del 2021]; 31(1):25–34. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26863347/>
85. Tse SM, Tantisira K, Weiss ST. The pharmacogenetics and pharmacogenomics of asthma therapy. The Pharmacogenomics Journal [Internet] 2015 [Consultado el 6 de noviembre del 2021]; 11;11(6):383–92. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/tpj201146>

CAPITULO VII: ANEXOS

Entrevista



*Licenciatura en Farmacia.
Instrumento de recolección de datos*

Guía de entrevista

Mi nombre es Joshwill Mo Díaz, desarrollador de la tesis de grado titulada “Análisis de la importancia de la inclusión de un curso de farmacogenética y farmacogenómica clínica para la atención personalizada de los pacientes según sus necesidades, en su propuesta curricular de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas” para optar por el título de Licenciatura en Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

1. De acuerdo con su experiencia como docente, ¿la malla curricular es vinculante con las nuevas exigencias del mercado?
2. ¿Cuál considera son áreas de mejora respecto al Plan de Estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas?
3. ¿Considera pertinente incluir en la malla curricular un curso de farmacogenética y farmacogenómica? Y de ser así ¿cómo lo justificaría?
4. ¿Qué aportes a la formación profesional de las personas estudiantes de la carrera le traería la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?
5. ¿Qué ventajas competitivas con las otras universidades que ofrecen la carrera de Farmacia tendría la UIA con la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?
6. ¿Cuáles contenidos considera trascendentales que se incluyan en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

7. ¿Cuáles estrategias metodológicas serían de relevancia para lograr un aprendizaje activo en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?
8. ¿Cuáles son las nuevas tendencias en cuanto a patologías en las que se desarrolló el campo de la farmacogenética y farmacogenómica?
9. Con base en el costo-beneficio que posee la aplicación de las técnicas de detección farmacogenética, ¿cuáles ventajas considera que tiene para ser una opción viable y fomentar una adherencia terapéutica?

Resolución de las entrevistas

Entrevista 1

Realizada el viernes 11 de marzo del 2022 por medio de la plataforma Zoom Video Comunnications, la cual inició a las dos horas con cincuenta minutos de la tarde. Se entrevistó a la Licenciada Sandra Hernández Salón, bióloga con énfasis en Genética y egresada de la maestría en Ciencias Biomédicas con énfasis en Bioquímica y Fisiología Celular de la Universidad de Costa Rica.

1. De acuerdo con su experiencia como docente, ¿la malla curricular es vinculante con las nuevas exigencias del mercado?

“En su mayor parte sí; no obstante, sí es necesario incluir algunos cursos. Desde mi perspectiva, existen dos aspectos necesarios para un profesional en Farmacia, uno de ellos conocer acerca de los efectos secundarios de las plantas, debido a que en la actualidad muchas personas están utilizando plantas medicinales, pero sin ningún conocimiento acerca de la dosis, formas de preparación, entre otros datos importantes. Además, gran parte de las plantas utilizadas no son propias del país, razón por la cual existe mayor desconocimiento de las mismas. No obstante, un farmacéutico debería de tener un amplio conocimiento en el área de la Botánica para poder evitar interacciones con medicamentos y guiando de la mejor manera

a sus pacientes. El otro aspecto importante es el área de Genética. Debido a los avances que se han presentado, es imprescindible conocer y utilizar esta área como una herramienta de gran valor, en donde muchos hospitales los utilizan para determinar si una persona es un metabolizador rápido o lento como, por ejemplo, la utilización de anticoagulantes, que su rango de dosis es muy bajo, por lo que es de gran ayuda conocer el tipo de metabolismo del paciente y esto lo facilitan las pruebas genéticas viendo cuál de los alelos p450 tienen”.

2. ¿Cuál considera son áreas de mejora respecto al Plan de Estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas?

“Las áreas de mejora necesarias es el área de la Botánica y Genética, en donde los estudiantes deberían de estar más actualizados, ya que son ramas que tienen nuevas investigaciones diariamente”.

3. ¿Considera pertinente, incluir en la malla curricular un curso de farmacogenética y farmacogenómica? ¿Y de ser así, cómo lo justificaría?

“Es absolutamente necesario la inclusión de un curso de farmacogenética y farmacogenómica viendo hacia un futuro que es hacia donde avanza la medicina”.

4. ¿Qué aportes a la formación profesional de las personas estudiantes de la carrera le traería la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Tendría grandes aportes en el área clínica y a nivel de grupos interdisciplinarios dedicados al área, así como algunos centros de salud que realizan distintas pruebas genéticas y, además, donde trabajan distintos profesionales como médicos, nutricionistas y farmacéuticos; por ende, al farmaceuta conocer con mayor detalle la farmacogenética y farmacogenómica su aporte serio mayor y de gran valor”.

5. ¿Qué ventajas competitivas con las otras universidades que ofrece la carrera de Farmacia tendría la UIA con la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Tendría grandes ventajas e inclusive en un futuro las ventajas serían mayores. Actualmente, con preparación en esta área de farmacogenética y farmacogenómica tendrían más oportunidad de participar en investigación clínica, así como en empresas de desarrollo como Roche y Pfizer. Además, su perfil sería más cotizado, por lo tanto, tendría mayores probabilidades de ser contratados por empresas de desarrollo de medicamentos, inclusive en otros países”.

6. ¿Cuáles contenidos considera trascendentales que se incluyan en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Como primera instancia, se debería de realizar un repaso de bioquímica y una inducción completa hacia la Genética y, además, tener claro distintos conceptos, como lo es el citocromo p450, incluyendo así enzimas, alelos que influyan en el metabolismo de metabolitos secundarios y muchos otros procesos de relevancia. Un ejemplo de la importancia de conocer acerca de este tema es la competencia por enzimas, en donde muchas plantas medicinales pueden producir efectos secundarios debido a que tienen una interacción con las enzimas y, por ende, al administrarse un medicamento, el organismo no va a contar con suficientes enzimas para interactuar con el medicamento y la concentración del medicamento aumentaría en sangre, dando como resultado los efectos adversos. Otro dato a recalcar en relación a la farmacogenética y farmacogenómica son las reacciones que ocurren con la p450, la cual adhiere grupos en las que produce un aumento de hidrosolubilidad de las moléculas, pero en algunos casos estas nuevas moléculas se vuelven tóxicas”.

7. ¿Cuáles estrategias metodológicas serían de relevancia para lograr un aprendizaje activo en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“En cuanto a las estrategias metodológicas, tener cursos de laboratorio sería lo ideal con equipos como termociclador, electroforesis y distintos reactivos. A nivel de Costa Rica, los laboratorios de la UCR en carreras como Microbiología sí cuentan con este tipo de

laboratorios y la Facultad de Farmacia también está empezando a implementar un laboratorio de Genética y Biotecnología aplicado a la Farmacia”.

8. ¿Cuáles son las nuevas tendencias en cuanto a patologías en las que se desarrolló el campo de la farmacogenética y farmacogenómica?

“No he visto noticias recientes”.

9. Con base en el costo-beneficio que posee la aplicación de las técnicas de detección farmacogenética, ¿cuáles ventajas considera que tiene para ser una opción viable y fomentar una adherencia terapéutica?

“A pesar del costo, su beneficio sería mayor, ya que con un análisis genético se determina con mayor facilidad qué medicamento sería el adecuado, dosis correcta y, como resultado, esto haría que el paciente se recupere con mayor facilidad sin tener que probar distintos tipos de medicamentos y, además, al dar con una dosis adecuada para el paciente, reduciríamos los efectos adversos”.

Entrevista 2

Realizada el viernes 11 de marzo del 2022 por medio de la plataforma Zoom Video Comunnications, la cual inició a las cuatro horas con cincuenta minutos de la tarde. Se entrevistó al Dr. Juan Edgar Mora Badilla, farmacéutico con bachillerato en Biotecnología en proceso.

1. De acuerdo con su experiencia como docente ¿la malla curricular es vinculante con las nuevas exigencias del mercado?

“Actualmente considero que se tiene un enfoque más químico que clínico y, en mi opinión, debería de existir una carga académica similar debido a que en el mercado laboral existen empleos en ambas áreas”.

2. ¿Cuál considera son áreas de mejora respecto al Plan de Estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas?

“Opino que una de las áreas de mejora sería el área de Farmacología debido a que somos los expertos en farmacoterapia. Además de esta, existen muchas otras áreas, así como la Farmacia Veterinaria, la cual es sumamente interesante. Otra sería el seguimiento farmacoterapéutico y dermatocósmética, la cual, desde la parte industrial y clínica, tiene muchos aportes”.

3. ¿Considera pertinente, incluir en la malla curricular un curso de farmacogenética y farmacogenómica? ¿Y de ser así, cómo lo justificaría?

“Son temas más complicados debido a que cuando hablamos de farmacogenómica, hablamos de una logística un poco complicada para impartirla; no obstante, a pesar de su nivel de complejidad, es una rama muy interesante”.

4. ¿Qué aportes a la formación profesional de las personas estudiantes de la carrera le traería la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“En la parte formativa, la inclusión de un curso de farmacogenética y farmacogenómica debido a la gran cantidad de investigaciones beneficiarían y enriquecerían al estudiante, creando de esta manera un proceso formativo hacia esta área, contando con posibles nuevas investigaciones por parte de los mismos. Un ejemplo en cuanto a los avances logrados es la vacuna del coronavirus, la cual es una vacuna de ADN que fue desarrollada con plásmido, y esto fue mediante una investigación farmacogenómica”.

5. ¿Qué ventajas competitivas con las otras universidades que ofrece la carrera de Farmacia tendría la UIA con la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“El perfil del estudiante sería mucho más enriquecedor en comparación a los demás. Si bien es cierto, estos cursos los están dando en universidades de primer mundo y con el objetivo de formar profesionales que sus conocimientos serán aún más necesarios en un futuro.

Un estudiante con este tipo de conocimientos inclusive podría llegar a revolucionar el tipo de farmacoterapia que conocemos en la actualidad, mediante algún proyecto de investigación a nivel de farmacogenética y farmacogenómica, llegando a proponer e idear nuevas ideas en el ámbito debido a su falta de desarrollo”.

6. ¿Cuáles contenidos considera trascendentales que se incluyan en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Involucraría el uso de CRISPR, el cual involucra técnicas de mayor avance en el campo de la Genética, términos como PCR y su entendimiento, inmunología, el ADN se debería de estudiar con detalle para comprender su composición completa, como, por ejemplo, deberíamos de entender a detalle mecanismos de función como lo es el de la Betametasona, el cual involucra una directa relación con el ADN del paciente”.

7. ¿Cuáles estrategias metodológicas serían de relevancia para lograr un aprendizaje activo en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Debería de ser un curso investigativo siendo un área tan nueva, y sus estudios día tras día proveen más información relevante al respecto. Además, considero que debe de incluir muchos conceptos teóricos para lograr un mayor entendimiento de la Genética, ya que es un hecho que si no manejamos la teoría básica en esta área, no podíamos realizar desarrollo en el ámbito. Por último, creo importante que involucre un área práctica, así como un laboratorio para mejorar la percepción y poder aplicar la teoría aprendida”.

8. ¿Cuáles son las nuevas tendencias en cuanto a patologías en las que se desarrolló el campo de la farmacogenética y farmacogenómica?

“Actualmente, sé que se han estado desarrollando varias terapias dirigidas con medicamentos ya conocidos; no obstante, se utilizan distintos tipos de vectores y o de agente protector, con la finalidad de utilizar menor cantidad de dosis para que de esta forma se obtengan menor presencia de efectos adversos, y también que el medicamento sea más dirigido, es decir, que solo actúe en el receptor deseado y no influir en otros provocando reacciones no deseadas.

En cuanto a patologías, sé que en países como Estados Unidos y distintas partes de Europa existen grandes desarrollos con la farmacogenética y farmacogenómica en distintitos tipos de cáncer”.

9. Con base en el costo-beneficio que posee la aplicación de las técnicas de detección farmacogenética, ¿cuáles ventajas considera que tiene para ser una opción viable y fomentar una adherencia terapéutica?

“Es importante recalcar que el paciente tendría una terapia mucho más integral, como, por ejemplo, los efectos adversos que presente van a ser mucho menores al de un paciente que posiblemente no se haya realizado ningún estudio. Como, por ejemplo, en un paciente

que esté con un antibiótico o terapia muy fuerte, la cual le provoca bastantes efectos adversos. Con este tipo de técnicas de detección reduciríamos estos efectos, dando de esta manera una mejor calidad de vida al paciente y un mayor apego al tratamiento, además, con este tipo de técnicas nos evitaríamos daños de manera corpórea como, por ejemplo, existen diversos tratamientos para algunos tipos de cáncer que son determinantes en provocar otro cáncer distinto en el paciente.

Posiblemente, en la actualidad no esté al alcance de todo el mundo debido a su alto costo, sin embargo, es un hecho que a la mayoría de pacientes les podría traer grandes beneficios.

Existen otras patologías que hasta el día de hoy no se han podido tratar de la mejor manera, debido a que los medicamentos utilizados son de gran toxicidad, por ende, con tipo de terapia dirigida y con mayores estudios farmacogenéticos en el paciente podría facilitar y mejorar este tipo de tratamientos”.

Entrevista 3

Realizada el viernes 11 de marzo del 2022 por medio de la plataforma Zoom Video Comunnications, la cual inició a las cinco horas con veinticinco minutos de la tarde. Se entrevistó al Dr. Ricardo Sancho Calvo Farmacéutico, Máster en Administración de Empresas con énfasis en Mercadeo y actual director de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas.

1. De acuerdo con su experiencia como docente, ¿la malla curricular es vinculante con las nuevas exigencias del mercado?

“La malla actual está desactualizada y es precisamente por eso que se está realizando la transición hacia un nuevo plan de estudios. Este sí cuenta con un respaldo de diferentes referentes. Los contenidos y metodologías y demás sí han evolucionado a lo largo del tiempo; sin embargo, hay temas relevantes en la actualidad que se han ido quedando por fuera”.

2. ¿Cuál considera son áreas de mejora respecto al Plan de Estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas?

“Hay varias cosas; por ejemplo, en la nueva malla curricular se plantea agregar un curso más de farmacología. Esto debido a que solo hay dos y, aunque en estos se consigue abarcar toda la materia, no se ve con la profundidad que debería. Por otra parte, se propone cambiar que los cursos de Fisiología y Fisiopatología se vean por separado. Es decir, la nueva malla contaría con un curso de Fisiología-Fisiopatología I y Fisiología-Fisiopatología II. Esto permite que se vea la función o la normalidad en un tema y seguido la disfunción o enfermedad del mismo tema. Además, se van a suprimir algunos cursos en función de dar espacio a estos nuevos que se busca agregar. Un ejemplo de curso que va a ser reemplazado es el curso de Salud Pública”.

3. ¿Considera pertinente incluir en la malla curricular un curso de farmacogenética y farmacogenómica? ¿Y de ser así, cómo lo justificaría?

“La nueva malla curricular tampoco contará con un curso específico de farmacogenética/farmacogenómica, aunque sí se va a incluir más como tema en otros cursos. A pesar de que en Costa Rica no hay todavía mayor desarrollo en este ámbito, sí es pertinente formarse en él y comenzar a traer de los países que sí lo tienen, todo ese conocimiento en el tema. Ahora bien, cuando se plantea la estructura de una nueva malla curricular se priorizan los cursos que se considera el estudiante va a poder aplicar en su día a día profesional. Es por esto que, aunque capacitar a los estudiantes en temas como farmacogenómica es importante, no se ha considerado un curso en sí, ya que no existe mayor oportunidad para poner ese conocimiento en práctica. No obstante, existen otras formas de ir introduciendo esta disciplina a los estudiantes y futuros farmacéuticos. Una de ellas sería a través de cursos libres sobre el tema, o bien, charlas o investigaciones al respecto. Esto llevaría a que, eventualmente, haya cierta demanda para crear un curso y que se vea más que justificado y necesario”.

4. ¿Qué aportes a la formación profesional de las personas estudiantes de la carrera le traería la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Una de las ventajas sería el ser pioneros en el abordaje de pacientes a través de este tipo de terapias especializadas. Además, el contar con posibles profesionales especializados en el tema podría resultar en crear más espacios para estos en instituciones como la CCSS”.

5. ¿Qué ventajas competitivas con las otras universidades que ofrece la carrera de Farmacia tendría la UIA con la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Se crearía una mayor y mejor oferta laboral. Por otra parte, también se abriría la puerta para que estos futuros profesionales con conocimiento en el tema puedan salir del país y traer mucha más información actualizada de calidad para el ámbito de salud en Costa Rica”.

6. ¿Cuáles contenidos considera trascendentales que se incluyan en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Los contenidos deberían ir desde cosas básicas tipo qué es la farmacogenética y cómo funciona, qué enzimas están involucradas en la mayor parte de mecanismos y cuál es la expresión genética de estas. Cuáles son metabolizadores lentos, cuáles rápidos y, eventualmente, dirigir los contenidos hacia la parte clínica. Es decir, ¿cuáles son los medicamentos utilizados para una u otra situación y cuál es el mecanismo detrás de estos?”.

7. ¿Cuáles estrategias metodológicas serían de relevancia para lograr un aprendizaje activo en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Para conseguir un aprendizaje óptimo y tomando en cuenta que el contenido teórico podría ser elevado debido a su nivel de especificidad, se podrían incluir laboratorios y simuladores”.

8. ¿Cuáles son las nuevas tendencias en cuanto patologías en las que se desarrolló el campo de la farmacogenética y farmacogenómica?

“Se han dado avances a nivel de patologías como lo son el cáncer de mama y también a nivel de tratamientos/medicamentos para el Sistema Nervioso Central como antidepresivos y antipsicóticos”.

9. Con base en el costo-beneficio que posee la aplicación de las técnicas de detección farmacogenética, ¿cuáles ventajas considera que tiene para ser una opción viable y fomentar una adherencia terapéutica?

“Si se visualizan las ventajas de farmacogenómica con base en su costo-beneficio a corto plazo, muy difícilmente se encuentre superioridad en su aplicación por encima de lo que actualmente se hace. Sin embargo, si se trata de largo plazo, se pueden encontrar ventajas como la medicina preventiva, un ahorro en el costo de medicamentos sumamente costosos que muchas veces no dan el resultado que se busca en el paciente, entre otras. Además, estas

ventajas se vuelven cada vez más cuantificables con el paso del tiempo y esto contribuiría a que instituciones como la CCSS se adhieran a este tipo de terapias. Incluso, el costo de desarrollar laboratorios con tecnologías para el desarrollo óptimo de este tipo de terapias, a un largo plazo, iría disminuyendo. Esto porque cada vez el mercado que supe este tipo de tecnologías y las empresas involucradas comenzarían a expandirse. Es decir, a pesar de que a primera entrada el implementar la farmacogenética puede verse muy complicado y costoso; a largo plazo, las barreras de entrada podrían ir desapareciendo y, por lo tanto, su empleo se volvería más y más accesible”.

Entrevista 4

Realizada el martes 15 de marzo del 2022 por medio de la plataforma Zoom Video Comunnications, la cual inició a las nueve horas con cinco minutos de la mañana. Se entrevistó al Dr. Dennis Jiménez Vargas, el cual cuenta con una maestría en Biología con énfasis en Genética y Biología Molecular de la Universidad de Costa Rica. Actualmente, es docente de la Universidad Internacional de las Américas.

1. De acuerdo con su experiencia como docente, ¿la malla curricular es vinculante con las nuevas exigencias del mercado?

“Sí, se ha hecho el esfuerzo por mantenerla actualizada. No obstante, el área de farmacogenética y farmacogenómica, a pesar de ser un tema en auge muy importante, aún falta tiempo para que sea realmente implementado a nivel del sistema de salud en el país. Esto debido a que conlleva análisis genéticos y genómicos que involucran una carga económica alta para un sistema público. Entonces, aunque sería ideal que los estudiantes conozcan del tema y vayan conociendo acerca de este, actualmente el incluirlo en la malla curricular no es una prioridad”.

2. ¿Cuál considera son áreas de mejora respecto al Plan de Estudios de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas?

“Se ha mantenido actualizado todo lo que se relaciona con los perfiles de salida. Esto tanto para la parte industrial como la parte hospitalaria. Es decir, se ha hecho énfasis en darles a los estudiantes las herramientas necesarias para que puedan desarrollarse de una mejor forma, según los perfiles de salida”.

3. ¿Considera pertinente incluir en la malla curricular un curso de farmacogenética y farmacogenómica? ¿Y de ser así, cómo lo justificaría?

“Claro, no obstante, actualmente no existe posibilidad de implementar estos temas a nivel profesional. Esto debido a que aún en el país no se desarrollan este tipo de tecnologías de tratamiento. Por lo que, si bien se debe ir introduciendo a los estudiantes en el tema, el incluir un curso en la malla curricular es importante, mas será una prioridad hasta que se vuelva posible poner en práctica en el conocimiento a nivel laboral”.

4. ¿Qué aportes a la formación profesional de las personas estudiantes de la carrera le traería la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Tomando en cuenta que a futuro se generen guías farmacogenéticas y farmacogenómicas, el incluir estos temas en el plan de estudios de la carrera, ayudaría a que los estudiantes y futuros profesionales puedan enfrentarse a estas nuevas terapias e implementarlas de una mejor manera. Esto debido a que no serían temas completamente desconocidos y tendrían las herramientas necesarias para interpretar toda esta información adecuadamente”.

5. ¿Qué ventajas competitivas con las otras universidades que ofrece la carrera de Farmacia tendría la UIA con la inclusión del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Tendría una ventaja en relación con los perfiles de salida, ya que no solo se desarrollaría la farmacia comunitaria, sino también la hospitalaria. El que los estudiantes tengan ese conocimiento en farmacogenómica les permitiría desarrollarse en múltiples áreas. Por ejemplo, si se piensa en la industria y en que más industrias van a implementar estas tecnologías relacionadas a la farmacogenómica/genética, entonces se estaría abriendo un espacio para que más profesionales con conocimiento en el tema puedan laborar. Ahora bien, siendo que los estudiantes de la UIA están capacitados en el tema, podrían sacar provecho de está amplitud en la oferta laboral industrial”.

6. ¿Cuáles contenidos considera trascendentales que se incluyan en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Definitivamente, un repaso en todo lo referente a la Biología Molecular que incluye la parte de caracterización del ADN, ARN y proteínas, además de su funcionamiento. También debería incluirse contenido relacionado con áreas como genómica, proteómica y metabolómica. Entender qué son estas ciencias ómicas, pero también cómo se realizan los estudios. Incluir además un poco de análisis estadístico y conocimiento sobre metabolismo fármaco. Y finalmente, todo lo relacionado con la variación genética y casos de estudio donde ya se hayan encontrado la relación entre las variantes y la respuesta al fármaco”.

7. ¿Cuáles estrategias metodológicas serían de relevancia para lograr un aprendizaje activo en la propuesta del curso de farmacogenética y farmacogenómica?

“Se trataría de un curso avanzado debido al detalle dentro de sus contenidos y como estrategia metodológica consideraría la parte de investigación. Crear la curiosidad en el estudiante para que este mismo investigue, principalmente lo que son los casos. Como proyecto final podría pedirse un reporte de laboratorio, un reporte de caso o incluso una revisión bibliográfica. Además, se podrían incluir laboratorios virtuales o simuladores para la parte práctica. Esto debido a que los laboratorios para poder implementar estos estudios genómicos son bastante costosos”.

8. ¿Cuáles son las nuevas tendencias en cuanto a patologías en las que se desarrolló el campo de la farmacogenética y farmacogenómica?

“En general, actualmente se ha probado la importancia de variantes génicas en relación con el citocromo P450 en la fase I. También de algunas enzimas como las acetiltransferasas. Además de haplotipos, como el complejo mayor de histocompatibilidad. Gracias al conocimiento de estas variables genéticas se ha podido entender mejor algunos casos de respuestas adversas a fármacos”.

9. Con base en el costo-beneficio que posee la aplicación de las técnicas de detección farmacogenética, ¿cuáles ventajas considera que tiene para ser una opción viable y fomentar una adherencia terapéutica?

“Un beneficio claro es que una medicina personalizada hace posible que la acción del fármaco o terapia que se esté aplicando sea mucho más efectivo/a para la condición que presenta el paciente y también que se tenga una menos cantidad de efectos adversos o secundarios. Lo cual es en gran parte lo que se quiere evitar. En otras palabras, la aplicación de estas técnicas sería muy útil dentro del sistema de salud; sin embargo, al tratarse de un sistema de salud pública se tendrá que esperar a que los costos bajen y sean accesibles para el país”.