

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**CARRERA DE FARMACIA**

**ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE TOXICOLOGÍA A  
NIVEL INTERNACIONAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE  
LA VISIÓN DISCIPLINAR DE LA CARRERA DE FARMACIA  
EN LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**

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

**LEONARDO CECILIANO FALLAS**

**TUTORA: MARIANELA RETANA**

**SEDE ARANJUEZ, JULIO, 2021**

## Contenido

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	11
Planteamiento del Problema.....	11
Objetivos .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos Específicos.....	14
Justificación.....	15
Antecedentes .....	17
Internacionales.....	17
Nacionales .....	21
Proyecciones.....	23
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	24
Generalidades de la Toxicología.....	24
Concepto de Toxicología .....	24
Historia de la Toxicología Universal.....	28
Acciones Internacionales para la regulación de la Toxicología .....	31
Toxicología en Costa Rica .....	33
Aprendizaje y Modelo Educativo Universitario.....	41
Mediación andragógica en educación universitaria .....	47
Diseño curricular y planes de estudio.....	50
Características y técnicas actuales de evaluación de los aprendizajes .....	53
Evaluación de Programas y Planes de Estudios .....	60
Docencia de la toxicología desde la formación profesional en farmacia.....	61
Enseñanza de la toxicología a nivel internacional.....	63
Enseñanza de la Toxicología en Costa Rica.....	67
Propósitos generalizados de la enseñanza de Toxicología.....	69
Vinculación de los diseños curriculares con las prácticas profesionales en Toxicología. ....	71
Principales tendencias en la enseñanza de toxicología .....	73
Tendencias en Toxicología Investigativa.....	73
Tendencias en Toxicología celular y molecular.....	76
Tendencias en Toxicología Analítica .....	80
Tendencias en Toxicología Clínica .....	83
Tendencias en Toxicología Forense.....	88

Tendencias en Toxicología Ocupacional .....	91
Tendencias en Ecotoxicología.....	94
Tendencias en catástrofes tóxicas.....	98
Tendencias en la Evaluación del Riesgo Tóxico.....	106
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	109
Enfoque de la investigación .....	109
Diseño de la investigación.....	110
Fuentes de información .....	111
Fuentes primarias .....	111
Fuentes secundarias.....	111
Selección de la muestra .....	112
Delimitación de la muestra.....	112
Tipo de muestra.....	112
Criterios de inclusión .....	113
Criterios de exclusión.....	113
Unidades de Análisis.....	114
Instrumentos .....	117
Matriz de Doble Entrada .....	117
Entrevista semiestructurada.....	118
Procedimiento de Recolección y Análisis de Datos.....	119
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	120
Categoría 1: Tendencias en la enseñanza de toxicología en universidades internacionales ....	120
Universidad Católica de Murcia.....	121
Universidad Complutense de Madrid.....	129
Universidad de Alcalá .....	138
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) .....	144
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).....	149
Categoría 1: Tendencias en la enseñanza de Toxicología en Universidades Nacionales .....	155
Universidad de Costa Rica (UCR) .....	155
Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED).....	159
Universidad Latina .....	163
Universidad Internacional de las Américas.....	167
Categoría 2: Diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología de las universidades internacionales y nacionales junto con la Facultad de Farmacia de la UIA.....	172

Categoría 3: Descripción de retos en cuanto currículo sobre la Toxicología de la Escuela de Farmacia de la UIA .....	176
Categoría 4: Descripción de necesidades en cuanto currículo sobre Toxicología de la Escuela de Farmacia de la UIA.....	183
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	187
REFERENCIAS .....	190
APÉNDICES .....	203
Anexo 1. Cuadro doble entrada objetivo 1.....	204
Anexo 2. Cuadros de doble entrada objetivo 2 .....	205
Anexo 3. Entrevista cuerpo docente.....	206
Anexo 4. Entrevista estudiante que completó la asignatura de Toxicología.....	208
Anexo 5. Entrevista a estudiante que cursa la asignatura Toxicología .....	211

## Cuadro

<b>Cuadro 1 Métodos para el análisis de drogas y otros venenos orgánicos en muestras biológicas .....</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro 2 Contenidos para el aprendizaje de la toxicología clínica .....</b>	<b>86</b>
<b>Cuadro 3 Tipos de muestras en Toxicología forense .....</b>	<b>89</b>
<b>Cuadro 4 Compuestos de tipo biogénico y contaminantes de interés en la ecotoxicología y la salud humana .....</b>	<b>96</b>
<b>Cuadro 5 Episodios relacionados con la contaminación de alimentos .....</b>	<b>99</b>
<b>Cuadro 6 Episodios relacionados con la contaminación de aguas .....</b>	<b>101</b>
<b>Cuadro 7 Episodios relacionados con medicamentos o contaminación de preparaciones medicamentosas .....</b>	<b>102</b>
<b>Cuadro 8 Episodios Relacionados con la contaminación de bebidas alcohólicas .....</b>	<b>104</b>
<b>Cuadro 9 Episodios relacionados con la propagación aérea del agente tóxico ...</b>	<b>106</b>
<b>Cuadro 10 Categorías de análisis .....</b>	<b>115</b>
<b>Cuadro 11 Tendencias en Toxicología según contenido de la carrera de Farmacia de la UCAM .....</b>	<b>126</b>
<b>Cuadro 12 Tendencias en Toxicología según contenido de la carrera de Farmacia de la UCM .....</b>	<b>133</b>
<b>Cuadro 13 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la Universidad de Alcalá .....</b>	<b>140</b>
<b>Cuadro 14 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UNAM .....</b>	<b>147</b>
<b>Cuadro 15 Ejemplo de asignación de valores cuantitativos según tipo de actividades evaluativa .....</b>	<b>152</b>
<b>Cuadro 16 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UNAH .....</b>	<b>152</b>
<b>Cuadro 17 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UCR .....</b>	<b>157</b>
<b>Cuadro 18 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UCIMED .....</b>	<b>161</b>
<b>Cuadro 19 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la Universidad Latina .....</b>	<b>165</b>
<b>Cuadro 20 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UIA .....</b>	<b>169</b>
<b>Cuadro 21 Diferencias y similitudes entre las tendencias de Toxicología de las universidades internacionales y nacionales junto con la Facultad de Farmacia de la UIA .....</b>	<b>174</b>

## Ilustraciones

<b>Gráfico 1 Objetivos de la asignatura, UCAM .....</b>	<b>123</b>
<b>Gráfico 2 Modelo recomendado de mediación andragógica en la asignatura de Toxicología de la carrera de Farmacia de la UNAM .....</b>	<b>146</b>
<b>Gráfico 3 Diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología de las universidades internacionales y nacionales junto con la Facultad de Farmacia de la UIA.....</b>	<b>172</b>

## **Dedicatoria**

El presente trabajo lo dedico primeramente a Dios, el motor que genera la energía del universo, así como la de mis células y las de todo ser viviente. Gracias Señor, por brindarme la fuerza que necesito para continuar luchando, siempre iluminándome para seguir por el camino del bien.

A la familia Ceciliano Fallas, mi ADN, porque siempre han estado ahí para apoyarme y motivarme; sin ellos no sería quien soy ahora. Los amo sobre todas las cosas.

Al doctor Óscar Domian, por brindarme consejos dentro del espacio laboral y por permitir que pudiese utilizar el valioso tiempo para viajar hasta la universidad, a estudiar esta hermosa carrera de Farmacia; lo estimo mucho.

A mi novia Joselyn Barboza, quien me ha brindado su amor incondicional, por ser parte de esta etapa de mi vida tan importante; gracias enormemente por ayudarme a creer en mí mismo, por tu valiosa compañía.

A la doctora Marianela Retana, por ser mi guía en la elaboración de esta investigación y por motivarme en varias ocasiones para que no me detuviese; por recordarme lo importante que es ayudar a los demás.

A Niza, por brindarme todos los consejos y motivaciones posibles para seguir adelante y no rendirme en este proceso; sin duda alguna eres un gran ser de luz.

A mis amigos, Miguel Fallas, Rónald Araya, Andrés Aguilar, Andrey Alvarado y Cristian Prado, con quienes he compartido mi juventud y mis mejores aventuras. Ellos que me conocen desde hace muchos años, saben lo retador que ha sido para mí este proceso de formación. Gracias también por sus muestras de motivación y de humor.

## **Agradecimientos**

Deseo darle gracias a Dios por permitirme nacer y respirar en este hermoso país, para ejecutar mis planes de vida y seguir siempre adelante.

Quiero agradecer a mi amigo David Abarca, porque fue quien generó esa “chispa” para que tomara el valor e iniciar con el estudio de la carrera de Farmacia.

Agradezco infinitamente a mi familia, porque creyeron en que sí podía lograrlo; por las palabras tan sencillas y tan llenas de razón.

No olvido el agradecimiento a mis amigos de la universidad, especialmente a Geancarlo Rojas, Byron Gómez y Rebeca Mejías, pues siempre fueron muy serviciales y logramos compartir tanto conocimiento como aventuras de universidad; gracias por ello.

Deseo agradecer a los doctores Pablo Gómez, Allan Medina, Alexandra Gutiérrez e Irene Jiménez, por permitirme compartir muchas anécdotas juntos y por brindarme consejos útiles de vida y para el proceso universitario. Gracias por tanta amabilidad y aprecio; son un espejo para mi formación como persona y como futuro profesional.

Finalmente, quiero agradecer al equipo del Área de Salud de Corralillo, pues con ellos he vivido muchas experiencias, tanto laborales como de ocio y han sido fantásticas.

## **Acrónimos**

**3D** Tercera dimensión

**AOP** (por sus siglas en inglés) Vías de resultados adversos

**ARN** Ácido ribonucleico

**ATSDR** Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades

**CICA** Centro de Investigación en Contaminación Ambiental

**CIIMET** Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos

**CNCI** Centro Nacional de Control de Intoxicaciones

**ECHA** (por sus siglas en inglés) Agencia Europea de Sustancias Químicas

**EUROTOX** Federación de Toxicólogos Europeos y Sociedades Europeas de Toxicología

**EPA** (por sus siglas en inglés) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

**FAO** (por sus siglas en inglés) Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

**FIFRA** (por sus siglas en inglés) Ley Federal de Insecticidas, fungicidas y Rodenticidas

**HNN** Hospital de Nacional de Niños

**ICP** Instituto Clodomiro Picado

**IPCS** Programa Internacional de Seguridad Química

**IRET-UNA** Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional de Costa Rica

**ITCR** Instituto Tecnológico de Costa Rica

**OIJ** Organismo Investigación Judicial

**OIT** Organización Internacional del Trabajo

**OMS** Organización Mundial de la Salud

**ONU** Organización de las Naciones Unidas

**OPPT** (por sus siglas en inglés) Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos

**PIPPQ** Programa Internacional de Protección frente a los Productos Químicos

**PNUMA** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

**PoT** (por sus siglas en inglés) Vías de toxicidad

**RAM** Reacciones adversas medicamentosas

**REDCIATOX** Red Centroamericana de Institutos y Centros de Información y Asesoramiento Toxicológico

**SINAES** Sistema Nacional de Acreditación de Educación Superior

**TIAFT** (por sus siglas en inglés) Asociación Internacional de Toxicología Forense

**TSCA** (por sus siglas en inglés) Ley de Control de Sustancias Tóxicas

**UAH** Universidad de Alcalá

**UCAM** Universidad Católica de Murcia

**UCI** Unidades de Cuidados Intensivos

**UCIMED** Universidad de Ciencias Médicas

**UCM** Universidad Complutense de Madrid

**UCR** Universidad de Costa Rica

**UIA** Universidad Internacional de las Américas

**UNAH** Universidad Nacional Autónoma de Honduras

**UNAM** Universidad Nacional Autónoma de México

**UNED** Universidad Estatal a Distancia

**UNESCO** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

**UNIBE** Universidad Iberoamericana

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del Problema

Desde las ciencias de la salud se abarcan diferentes disciplinas que permiten garantizar el adecuado e integral desarrollo de las personas. De esta manera, la presente investigación se enfoca en la toxicología desde la visión farmacéutica, la cual es de relevancia, pues durante la ejecución de las tareas de la profesión, se deben considerar sus postulados y premisas. Este aspecto llega a demandar que, desde los centros de formación profesional, el aprendizaje sobre esta temática sea actualizado y a la vanguardia de lo que requiere la sociedad.

Al tomar en cuenta los señalamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019, párr. 1), donde resalta la baja seguridad en las prácticas de los medicamentos e incluso los errores que se dan en su gestión, se llega a analizar la demanda porque haya una adecuada comprensión de los alcances de la toxicología. Además, Salcedo (2019, p. 249) señala que el contacto diario de las personas con sustancias químicas empleadas en el hogar, la industria, sectores productivos, sitios de recreación, espacios educativos, entre otros, implican conocimientos relacionados con la disciplina en estudio.

A su vez, al considerar el contexto costarricense, se identifica que las intoxicaciones son un problema de salud. Durante el año 2017, el Centro Nacional de Intoxicaciones reportó 9702 casos, donde 4249 fueron provocados por medicamentos, 1084 se debieron a los productos de hogar, 1028 fueron relacionados con plaguicidas y aproximadamente 600 casos correspondieron a los químicos y a las drogas de abuso (Zeledón, 2018, p. 21).

De esta manera, a partir del escenario descrito anteriormente, destaca el argumento de que la profesión farmacéutica suele ser la primera línea de consulta, por parte de las personas, sobre el uso de medicamentos. Por lo tanto, se identifica la necesidad de que desde las universidades se asegure la formación de bases sólidas imprescindibles y actualizadas que permitan alcanzar habilidades y conocimientos para ejecutar las distintas modalidades farmacéuticas, en especial con respecto a la toxicología.

Así, desde la profesión farmacéutica, por ejemplo, en la farmacia hospitalaria, contar con una preparación académica en la materia de toxicología es imprescindible; es necesario para

brindar asesoramiento al personal clínico acerca de las intoxicaciones atendidas o en casos referentes a las reacciones adversas de los medicamentos. También en laboratorios clínicos donde se analizan niveles plasmáticos, en paralelo con la clínica que presentan tanto los pacientes intoxicados como aquellos que poseen tratamientos establecidos (Vela y Galindo, 2019, p. 3).

Otro espacio que evidencia la utilidad de los conocimientos de una persona farmacéutica sobre la toxicología, se vincula con la práctica industrial en los laboratorios farmacéuticos, precisamente por la realización de ensayos de toxicidad aguda y crónica, así como en aquellas industrias donde se emplean productos peligrosos o que presentan exposición a sustancias tóxicas (Vela y Galindo, 2019, p. 3).

Sin embargo, cuando se valora sobre los retos que aún se enfrentan en la salud, se demuestra una necesidad latente de reducir los efectos nocivos generados por los medicamentos. Esta situación ha sido promovida desde la OMS; para ello se sigue lo señalado por Sheikh, Dhingra, Kelley, Kieny y Donaldson (2019, párr. 1), quienes exponen:

La puesta en marcha del tercer reto mundial por la seguridad del paciente, cuyo objetivo es, en cinco años, reducir en un 50% la carga mundial de efectos nocivos iatrógenos causados por los medicamentos. La OMS aspira a conseguir un alcance y un impacto mundial similares a los logrados en los dos anteriores retos mundiales: Una atención más limpia es una atención más segura y La cirugía segura salva vidas (Sheikh et al. 2019, párr. 1).

Este reto es un indicativo que aporta trascendencia, tanto para la Facultad de Farmacia como para la sociedad, pues si se produce una formación académica actualizada en el campo de la toxicología, con visión multidisciplinaria, los profesionales en medicamentos lograrán gestionar los sistemas y las prácticas en lo referente a los fármacos, de forma eficiente y de calidad.

Asimismo, es importante referir lo que indica la Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2020, párr. 1), en cuanto a que nadie puede evadir la exposición a la gran cantidad de compuestos químicos empleados en la actualidad, ya sea en el ambiente, en el entorno laboral o que ingresan al cuerpo humano mediante el aire, agua y comestibles. Por lo tanto, es indispensable contar con profesionales de conocimiento toxicológico, de manera que se logre la protección de la salud humana ante los efectos adversos por parte de las sustancias químicas y

que estas puedan ser estudiadas y evaluadas para que, posteriormente, se acojan medidas de seguridad oportunas.

De tal manera, al considerar el señalamiento de la OPS de contar con personas profesionales capacitadas en el área de la toxicología, se llega a identificar la problemática de este estudio: es necesario que las universidades valoren los contenidos curriculares ofrecidos, de forma que satisfagan las demandas actuales en salud. Para sustentar el argumento, se sigue lo planteado por López, García, Batte y Cobas (2015), para quienes mencionan “los procesos de mejora continua en las instituciones de educación superior constituyen no solo un reto, sino su compromiso con la actual y futura sociedad” (p. 198).

Lo anterior refleja la relevancia del presente estudio, pues la educación superior tiene el desafío de crear profesionales que se adapten a las modificaciones sociales, económicas y educativas de la sociedad. Se trata de asegurar la calidad en la formación y además, que se adecue a las exigencias del ámbito laboral nacional e internacional, tanto para el presente como para el futuro. De esta forma, surge la necesidad de que los estudiantes de la carrera de Farmacia obtengan una mejor formación académica desde el ámbito toxicológico.

Se considera relevante, por tanto, hacer una identificación de las tendencias de enseñanza de la toxicología desde escuelas o facultades de universidades españolas, latinoamericanas y nacionales, las cuales han sido referentes o están haciendo prácticas innovadoras en la materia de Toxicología. Con lo que será posible establecer una revisión del plan de estudios de Toxicología propio de la Universidad Internacional de las Américas (UIA), como centro de enseñanza sujeto de estudio.

De tal manera, la presente investigación busca responder a la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las tendencias de toxicología a nivel internacional para el fortalecimiento de la visión disciplinar de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar las tendencias de toxicología a nivel internacional y nacional para el fortalecimiento de la visión disciplinar de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas.

### **Objetivos Específicos**

Identificar las tendencias en la enseñanza de toxicología fomentados desde las carreras profesionales de Farmacia de las Universidades Internacionales y Nacionales seleccionadas para la comprensión de las temáticas actuales de la disciplina farmacéutica.

Establecer las diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología de las carreras de Farmacia de las universidades internacionales y nacionales seleccionadas junto con los de la Facultad de Farmacia de la UIA para la identificación de buenas prácticas en la malla curricular.

Describir las necesidades y retos en cuanto al currículo sobre la Toxicología de la Escuela de Farmacia de la UIA, para una actualización, en concordancia con las tendencias internacionales.

## **Justificación**

La presente investigación se considera de utilidad debido a que plantea una reflexión en torno a las tendencias de aprendizaje de toxicología, con el fin de poder determinar posibles retos o necesidades que presente la Escuela de Farmacia de la UIA. Lo anterior, para renovar la concepción académica de la disciplina de toxicología.

Se identifica que el fenómeno de investigación es también trascendental porque los hallazgos pueden llegar a potenciar la calidad científica, sanitaria y ética de las personas farmacéuticas. Esto se sustenta con lo indicado por Badilla *et al.* (2018), donde afirman que tener personal farmacéutico competente y capaz, depende de la capacidad de la formación académica y la docencia de quien enseña y entrene al estudiantado.

De tal forma, se identifica que la Escuela de Farmacia de la UIA se beneficia del estudio, porque los hallazgos podrán sustentar el hacer valoraciones para actualizar la malla curricular, lo cual implique una revisión de las tendencias de aprendizaje sobre la toxicología. Se ofrece un análisis, primero contemplando dichas tendencias a nivel de otros centros de enseñanza y, en segundo punto, al establecer la condición actual de su plan de estudios. A su vez, se identifica que el estudio es de beneficio al estudiantado actual y futuro, que emprende sus estudios en esta escuela, pues recibirá una formación académica actualizada.

También, se identifica que la investigación tiene implicaciones prácticas, pues se enfoca en una temática de interés a nivel internacional y nacional, como es el resguardo de la salud y prevención de intoxicaciones. Del Castillo (s.f., p. 10) indica, que se debe exigir seguridad, calidad y eficacia en los medicamentos, lo cual implica que se brinde seguridad a la persona paciente ,de recibir la medicación adecuada por parte del profesional farmacéutico encargado.

En cuanto el valor teórico, los resultados del estudio permiten ofrecer conocimientos para actualizar y reforzar las posturas teóricas, habilidades y competencias, tanto académicas como prácticas, requeridas por los estudiantes de la carrera de Farmacia. Se logra sí, como profesionales de la carrera de Farmacia, que puedan satisfacer las necesidades inmediatas de la población a la cual atienden, con respuestas, soluciones, asesoría y seguimiento ante situaciones

relacionadas con la toxicología y por otra parte, dar visibilidad a la carrera como tal, al ubicarla al mejor nivel requerido por la sociedad.

Se considera que el estudio cuenta con utilidad metodológica, pues diseña un instrumento para recolectar información basado en la entrevista semiestructurada. Esta será diseñada para dos estratos de poblaciones: personal docente y comunidad estudiantil. Se unifican criterios y reacciones de todas las partes involucradas, tanto en acción e implementación como en cuanto a los receptores y encargados de reaccionar frente a las situaciones presentadas en la vida real. El proceso busca analizar posibles innovaciones o actualizaciones de la malla curricular, para promover una adaptación de contenido curricular.

Sin lugar a duda, todo aquel estudiante de la carrera de Farmacia que obtenga bases teóricas y prácticas, con un aumento en el nivel académico y en concordancia con el panorama toxicológico actual, será un profesional cargado de seguridad y experiencia para enfrentar los desafíos en el mundo laboral.

## **Antecedentes**

En esta sección se procede a analizar los antecedentes académicos, con el fin de revisar los alcances y limitaciones vinculados con la temática de toxicología. Luego, se podrán tomar en consideración elementos que puedan nutrir la propuesta y realizar una investigación innovadora. De tal forma, se divide en dos partes: antecedentes a nivel internacional y antecedentes a nivel nacional. Se da atención a documentos en formato tesis de grado y artículos científicos.

### **Internacionales**

Se comienza con el escrito de Lumbreras, de Davó, Vives, y Bosch (2015), publicado en la revista *Gaceta Sanitaria de España*, cuya investigación se titula *Competencias y contenidos comunes de salud pública del grado en farmacia de las universidades españolas*. A pesar de no enfocarse directamente en el tema de la toxicología, se considera, pues tiene como objetivo consensuar las competencias profesionales que se espera debe tener una persona egresada en la carrera de Farmacia, propiamente en la temática de salud pública.

De esta manera, la metodología utilizada se puede tomar como referencia, pues consistió en foros de trabajo que integraban a profesionales en la salud pública para analizar las competencias y contenidos requeridos a nivel de formación en farmacia. Con ello, el estudio logra concluir en una identificación de competencias, las cuales han sido consideradas a partir de la relación práctica profesional y a nivel teórico académico.

La utilidad de este escrito para la presente investigación, versa sobre la metodología empleada para la comprensión de necesidades en cuanto cuáles competencias se requieran fomentar desde la preparación farmacéutica, para la mejor respuesta de la disciplina a nivel de salud pública. Por ello, su estructura puede ser una guía para la identificación de tendencias de aprendizaje requeridas desde la toxicología.

Otro documento por abordar es el informe de internado realizado por Barría (2016) en el Laboratorio Toxicológico y Forense del Servicio Médico y Legal de Valdivia, Chile, para optar por el título de Químico-Farmacéutico. Allí se indican actividades en las que el farmacéutico se desempeña como perito forense. Su objetivo se mantuvo en la colaboración de los análisis ejecutados en la unidad de alcoholemia, estudio de estabilidad de muestras de sangre, recepción de muestras de laboratorio, entre otros. Además, Barría (2016, p. 6) elaboró un análisis FODA

del papel actual del farmacéutico en el Servicio Médico Legal para detectar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Como conclusión, Barría (2016), señaló:

(...) el químico farmacéutico cumple un rol indispensable en el área forense (...) su amplio conocimiento en materias farmacológicas, químicas e instrumentales lo hacen un profesional calificado para la realización de peritajes y la elaboración de informes periciales de calidad, siendo esta labor muchas veces de vital importancia para la resolución de procesos judiciales (p. 29).

Lo anterior, indica la importancia del farmacéutico durante su formación, al adquirir distintos conocimientos a través de su carrera, para ejercer en el campo laboral. Las asignaturas de alta especialización como farmacología y química hacen que el profesional sea capaz de realizar actividades forenses. No obstante, el farmacéutico es formado desde su base curricular para el área de farmacia comunitaria y hospitalaria, mientras que el área médica legal puede ser poco abordada. Si bien, la asignatura de Toxicología no abarca la investigación toxicológica forense, tomar en cuenta lo anterior para la investigación y docencia, lograría que el farmacéutico incursione como perito forense.

Un estudio realizado por Rodamilans, et al. (2018, p. 99) titulado *Actividades de integración de conocimientos en el Grado de Farmacia con aplicación en la asignatura de toxicología*, publicado en la revista *Ars Pharmaceutica*, tuvo como objetivo la preparación de actividades que posibiliten la integración de conocimientos de las distintas disciplinas impartidas por la carrera de Farmacia, a fin de evaluar su efectividad.

Algunos de los métodos de acción general consistieron en reuniones entre docentes de las asignaturas de Química Terapéutica, Farmacología, Toxicología. Realizaron al detalle contenidos percibidos como necesarios para su refuerzo, la preparación de trabajos que impulsan la integración de conocimientos y capacidades obtenidas en cursos anteriores, así como la evaluación de la efectividad. Además realizaron acciones específicas, tales como cuestionarios que relacionaban problemas toxicológicos con insecticidas organofosforados en relación con la diabetes tipo 2 y otro referido a la cocaína. Además, incluyeron detalles respecto a propiedades físicas y biológicas de las sustancias comprometidas, donde las respuestas correctas fueron abarcadas en cursos, temas y seminarios de dichas actividades (Rodamilans et al., 2018, p. 101).

Los autores concluyeron la no obtención de respuestas exitosas significativas en los dos grupos de estudiantes, salvo una respuesta del cuestionario que relacionó a la cocaína en el último grupo de estudiantes. El cuestionario vinculado con los insecticidas organofosforados fue anulado debido a la falta de asistencia estudiantil. Sin embargo, a pesar de los resultados, permitió resaltar la coordinación de los contenidos referentes a cada materia, para establecer los conocimientos requeridos de cada una de estas, a fin de progresar hacia los temas de asignaturas superiores. Esto se convierte en un plan docente innovador que evita la compartimentación de los conocimientos (Rodamilans, et al., 2018, p. 103).

La información anterior indicó que la organización entre docentes de las distintas asignaturas de la carrera de Farmacia, podrán construir materiales didácticos de forma integrada y transversal. De tal manera, los estudiantes formarán un aprendizaje multidisciplinar con el cual posteriormente podrá ofrecer soluciones relacionadas a condiciones complicadas, que de una u otra manera enfrentarán durante su trayectoria profesional. Además, la investigación anterior refleja que se requiere menor compartimentación de conocimientos entre asignaturas como la Toxicología y Farmacología, a fin de mejorar las capacidades de los estudiantes.

Otro antecedente, a nivel internacional, considerado, es el escrito de Doadrio, et al. (2019, p. 99) titulado la *Armonización Curricular Farmacéutica en Iberoamérica. Documento de trabajo de la Conferencia Iberoamericana de Facultades de Farmacia (COIFFA)*, publicado en la revista *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia, España*. Su objetivo se sostuvo del progreso que ha mostrado las ciencias y el ejercicio farmacéutico, en donde COIFFA recolectó información referente a la problemática de la armonización de los estudios de farmacia, mediante distintas declaraciones ocurridas en sus reuniones.

De acuerdo con Doadrio, et al. (2019, p. 99), el fin de estas conferencias recabaron en lo siguiente:

I) el análisis y definición de perfil de egreso y de los mínimos curriculares; II) el análisis de los términos utilizados en la denominación de programas académicos títulos universitarios y distintas actividades; y III) el análisis y propuestas de mecanismos de colaboración y cofinanciación interinstitucionales Universidad-Gobierno-Empresa (Doadrio, et al., 2019, p. 99).

Con ello, la necesidad por parte de COIFFA de conciliar y afinar la formación universitaria en la práctica profesional de farmacia en Iberoamérica, dirige a la persona

farmacéutica hacia “la integración en equipos multidisciplinarios e interdisciplinarios para liderar procesos de cambio” (Doadrio, et al., 2019, p. 107). El documento brinda información sobre la incidencia de las áreas de desempeño profesional, en donde se muestra a la toxicología como una de ellas, por tanto, una preparación de calidad en este ámbito permitirá a la persona farmacéutica el ofrecimiento de un servicio eficiente a la población.

Por otra parte, se analiza el documento de Chil, et al. (2020, p. 9), cuyo título es *Perfeccionamiento de la estrategia curricular de medio ambiente de la carrera de ciencias farmacéuticas de la Universidad de Oriente, Cuba*, publicado en la revista científica *Amazonas*. Se logró observar que se concentra en el estudio de la formación de profesionales, partiendo de un enfoque basado en la ciencia, la tecnología y la sociedad, en un contexto del uso de insecticidas, para determinar los menores riesgos para la salud humana y al ambiente.

La metodología aplicada en este proceso fue de tipo científico; recopilaron información de ensayos de tamizaje fitoquímicos, en conjunto con procedimientos de análisis cromatográfico, a fin de caracterizar los extractos y aceites esenciales obtenidos de las plantas medicinales. Posteriormente, evaluaron distintas concentraciones sobre algunas especies de moscas y mosquitos de relevancia médica. Consecutivamente, determinaron la toxicidad de los compuestos mediante el análisis de “Toxicidad Aguda Oral, Toxicidad Dérmica Aguda e Irritabilidad Oftálica” (Chil, et al, 2020, p. 12).

Finalmente, obtuvieron resultados satisfactorios para la utilización de un método alternativo tipo insecticida de fuente botánica, el cual permite colaborar con el medio ambiente y la salud de las personas, al evidenciar su no toxicidad y su eficacia contra algunas variedades de moscas y mosquitos (Chil, et al, 2020, p. 12).

En este sentido, se reconoció que la preparación de los estudiantes bajo un sistema de tipo sistemático y multidisciplinario conlleva a la formación profesional capaz de solventar problemáticas que, a pesar de ser distintas a las convencionales, de igual manera permiten colaborar positivamente con el medio ambiente y en consecuencia, con el bienestar social. Por lo tanto, una formación académica que integre principios referentes a la ecotoxicología, biología, farmacognosia, botánica y química, sin lugar a duda permitirá crear personas farmacéuticas que se enfrenten los retos de mejora ambiental, y de esta manera ofrecer una mejor calidad de vida.

## Nacionales

En este estudio se procede también a analizar antecedentes de investigación diseñados en centros de investigación y educación superior en territorio costarricense. Se busca conocer la manera en la cual, en suelo nacional, ha sido abordado el fenómeno de estudio y ampliar la capacidad de alcance que la presente propuesta busca ofrecer.

Primeramente, se analiza la investigación confeccionada por Badilla et al. (2018, p. 1), denominada *Contribución al desarrollo de la educación farmacéutica costarricense: Perfil Académico Profesional de la persona farmacéutica asistencial*. Fue publicada en la revista electrónica *Actualidades Investigativas en Educación*. Su objetivo se basa en la estructuración de un perfil académico profesional (PAP) para la persona farmacéutica asistencial en Costa Rica.

El escrito de Badilla et al. (2018, p. 5), se diseñó bajo una metodología de corte cualitativa, con el apoyo de personas profesionales de farmacia y la asesoría del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES). La construcción de una propuesta para la educación superior, que se busca sea con una mayor responsabilidad de la formación de personas profesionales en farmacia, se desarrolla bajo los referentes teóricos cognitivos, actitudinal y laboral.

A partir de lo expuesto por Badilla et al. (2018, pp. 27- 28), se logra evidenciar que sus principales conclusiones corresponden a que el PAP fomenta el cumplimiento de los estándares de calidad y acreditación. Además, menciona que el farmacéutico dedica un servicio destacado para la población costarricense en el ámbito de la salud, donde se señala, por ejemplo, la resolución de los problemas relacionados con los medicamentos. Aunado a ello, se indica que las prácticas tuteladas deben enlazarse entre las obligaciones ocupacionales profesionales con la capacitación formal universitaria.

La información anterior, muestra especial relevancia en esta investigación, pues insta a una formación en la persona farmacéutica en pro del mejoramiento de los servicios de la salud. Si bien es cierto el curso de Toxicología ha sido tomado en cuenta para generar una adecuada gestión de los medicamentos, además permitirá conectar con otros criterios como abordaje, caracterización y derivación, en contexto con las intoxicaciones, a raíz de la variedad de sustancias que aportan un peligro para la sociedad. Por lo tanto, el PAP, al conservar un modo multidisciplinario en la formación de la persona farmacéutica, podría generar un rediseño en este,

de acuerdo con las necesidades que el país enfrenta, en concordancia con el campo de la toxicología, en un futuro próximo.

Seguidamente, se analiza el estudio titulado *Aprender haciendo: Uso de una estrategia didáctica en un curso avanzado de la carrera de Farmacia de la Universidad de Costa Rica*, realizado por León (2015), publicado en la revista *Educación de Costa Rica*. Tuvo como objetivo “promover el aprendizaje de aspectos básicos de prevención de la enfermedad y promoción de la salud” (p. 105).

Su método se basó en un enfoque constructivista, en el cual se identificó, desarrolló y abordó temática en torno a un problema de salud, a partir de la participación de los estudiantes de farmacia, que estaban por culminar su licenciatura en Farmacia de la Universidad de Costa Rica. El empleo de la estrategia dinámica del aprendizaje orientada en proyectos (AOP), logró obtener una respuesta positiva para reforzar el aprendizaje. Se concluyó que los contenidos teóricos pueden analizarse de manera aplicada, con sugerencia de la continuidad para su aplicación (León, 2015, p. 105).

Estas estrategias de aprendizaje fomentan, en el estudiante de la carrera de Farmacia, el pensamiento crítico, a lo largo del proceso de formación, al incentivar el trabajo en equipo y permitir la preparación de resolución de problemas de salud reales. Estos aspectos muestran relación con el ejercicio profesional en el cual se deben desenvolver.

Durante la fase de búsqueda de antecedentes nacionales vinculados con las temáticas del estudio, tanto desde las tendencias de enseñanza de toxicología, los modelos de aprendizaje desde farmacia y la relación de la disciplina de la toxicología y con la farmacia, no ha sido posible encontrar otras investigaciones. Este aspecto se considera alentador para la justificación del desarrollo de este escrito, pues se evidencia cierto nivel de vacío de conocimiento en la materia.

## Proyecciones

En cuanto la sección de proyecciones para este estudio, se hace referencia a los esperados para cada uno de los niveles de objetivos específicos, los cuales permiten determinar las soluciones al problema de investigación:

- A través del análisis documental se proyecta identificar las tendencias de enseñanza de la toxicología, fomentado en que son utilizadas en las carreras de Farmacia de las universidades de España y Latinoamérica, seleccionadas como instituciones referentes, por sus alcances en la disciplina o por sus iniciativas de docencia e investigación sobre la temática.
- Una vez recopilada la información de las tendencias del aprendizaje de la toxicología, promovidas desde las universidades consideradas, se procede a establecer posibles diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología entre dichas universidades y la UIA, con apoyo en la técnica de análisis documental. Se pretende identificar buenas prácticas que puedan adoptarse para la valorar la actualización de malla curricular de la UIA.
- Los hallazgos del segundo punto, junto con un proceso de entrevista estructurada a la dirección, cuerpo docente y estudiantado, permitirán describir posibles necesidades y retos del currículo en cuanto Toxicología ofrecida por la Escuela de Farmacia de la UIA. Con ello, se podrán arrojar líneas de acción para recomendar una actualización, en concordancia con las tendencias internacionales identificadas en el primer nivel objetivo específico.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### Generalidades de la Toxicología

En esta sección se presentan las definiciones vinculadas con la terminología empleada en el estudio. Se desarrolla la comprensión del concepto de toxicología, así como de los otros términos que versan sobre la materia, tales como tóxico, droga, veneno y antídoto. Se da paso a la presentación de la historia universal que rodea a la toxicología, seguido de una comprensión de los aspectos normativos, a nivel internacional, donde figura el sistema de Naciones Unidas; pero además, se ha reforzado con la revisión de las normativas existentes en otros Estados sobre el tema, así como una revisión de la normativa jurídica costarricense en materia de salud donde se establecen marcos de acción en relación con la toxicología.

### Concepto de Toxicología

Se parte de la comprensión de la toxicología, la cual se ubica dentro del grupo 32 en la Nomenclatura Internacional de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y pertenece a las ciencias médicas, representada por el código 3214 desde la visión internacional (Facultad de Ciencias Médicas de Managua, s.f.).

Es clave considerarla como la ciencia encargada del estudio de los venenos y de las intoxicaciones, según señala Villanueva y Pla (2019); el origen epistemológico proviene del griego *toxikon* (arco, flecha). Además, se explica que abarca el aprendizaje de los “agentes tóxicos, su origen y propiedades, sus mecanismos de acción, las consecuencias de sus efectos lesivos, los métodos analíticos, cualitativos y cuantitativos” (Villanueva y Pla, 2019, p.773). De la misma forma, aplica las diferentes maneras de eludir la contaminación ambiental y de los espacios laborales, las medidas preventivas de la intoxicación y su tratamiento general.

Así mismo, Giannuzzi (s.f) indica que la toxicología muestra un abundante campo de trabajo, por ejemplo, la utilización de agentes tóxicos y sustancias químicas. Se requiere de la investigación fundamental de los mecanismos de acción dentro de la medicina diagnóstica y en las industrias, tales como la alimenticia, agrícola y química. También, el profesional con el conocimiento toxicológico coopera con la determinación de los límites de seguridad de exposición, relacionados con la confección y verificación, de acuerdo con las regulaciones establecidas para las “propiedades tóxicas de los agentes” (Giannuzzia, s.f., p.5).

Lo anterior indica que, con la ciencia en estudio, se logra la comprensión de la etiología de las afecciones o trastornos, así como la concordancia entre estas y las exposiciones con los distintos agentes, lo cual aporta utilidad en la medicina y en el campo epidemiológico, argumento sustentado por Silbergeld (s.f.). Del mismo modo, este autor destaca que la toxicología brinda datos acerca de peligros latentes e información apreciable en la creación de moléculas o formulaciones, por lo que representa un componente trascendental en las estrategias de prevención y en el área industrial, respectivamente.

Desde el punto de vista farmacológico, Erickson y Penning (2019) señalan que, al manifestarse un efecto adverso, hace referencia a una situación tóxica en el organismo. De esta manera, tanto los fármacos como las drogas ilícitas o productos químicos, poseen la disposición de causar daño a un organismo viviente y se convierten así en un veneno. De acuerdo con este último término, una sustancia será insegura de administrar, si del intervalo de dosificación es rebasado de su rango máximo (Torres, 2018).

Zaninelli y Fumero (1990), citados por Facultad de Ciencias Médicas de Managua (s.f.) denotan la toxicología “como un punto de encuentro”, pues reúne y combina el aporte de expertos de distintos campos científicos, con lo cual forman una pluridisciplinariedad de la toxicología, lo que incita a ser una ciencia sobresaliente del desarrollo.

Por lo tanto, al hacerse referencia a la toxicología se puede analizar que es una ciencia enfocada en la comprensión de los tipos de sustancias que pueden ser perjudiciales para la salud, por lo cual se requiere del reconocimiento de sus efectos para brindar acciones que permitan salvaguardar el bienestar del ser humano y del medio ambiente. Este argumento es recalado, según indica Wallace *et al.* (2016), en cuanto a que esta disciplina debe estar al servicio de la sociedad, debido a su capacidad de demostrar científicamente validaciones sobre la salud pública y por ello, la necesidad de que existan personas debidamente calificadas en la materia. De ahí la importancia de hacer reflexión desde la academia de los procesos de aprendizaje ofrecidos, en relación con la temática toxicológica.

### ***Concepto de Tóxico***

En este subapartado se busca comprender el concepto de *tóxico*; para ello, se considera lo señalado por Córdoba (2006, p. 19), quien menciona que puede considerarse tóxico cualquier elemento que puede producir alteraciones orgánicas o funcionales, al ser ingerido, aplicado,

inyectado o absorbido, debido a la capacidad que poseen sus físicas o químicas. Además, se toma en cuenta lo señalado por Pizarro (2018, p. 16), quien indica que una misma sustancia puede suponerse como un alimento, medicamento o tóxico.

La comprensión de la palabra *tóxico* no se puede deducir con facilidad, pues todas las definiciones carecen de cierta impresión; se señala así que no existen sustancias tóxicas absolutas, sino que pueden comportarse de manera tal, una vez que alcanza cierto nivel en el organismo. Por lo tanto, Bello y López (2001) citados por Pizarro (2018) muestran una definición la cual se considera completa y se muestra a continuación:

Toda sustancia química que, incorporada al organismo vivo a determinada concentración, produce en virtud de su estructura química y a través de mecanismos fisicoquímicos y bioquímicos, alteraciones de la fisicoquímica celular, que pueden ser transitorias o permanentes, siempre incompatibles con la salud y en algunos casos con la vida (p. 16).

De acuerdo con el grado de actividad y los resultados obtenidos de esta, puede influir en la diferenciación entre la actividad tóxica y la medicamentosa de una determinada sustancia. Se logra comprender que un fármaco será seguro si la concentración no es superada en su límite. Entretanto, si la concentración es rebasada, el medicamento dejará de actuar como un modificador de un estado patológico y se convertirá en un tóxico (Pizarro, 2018).

### ***Concepto de Veneno***

Además, se considera importante recalcar el concepto de veneno. Se puede definir como aquella sustancia que produce daños perjudiciales en el organismo e incluso, puede causar la muerte a dosis bajas, una vez que ingresa por cualquier vía a un ser viviente (Clínica Universidad de Navarra, 2020, párr. 1).

En este mismo sentido, la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) (2019), describe al veneno como sinónimo de tóxico, debido a su forma de comportamiento en el organismo. Sin embargo, hace distinción en cuanto a que el tóxico proviene de las actividades humanas o a partir de estas (párr. 5). Así, el veneno hace alusión a las sustancias que llegan a generar efectos nocivos, a tal punto de ocasionar un desequilibrio en la salud de los organismos.

### ***Concepto de Toxina***

También es clave conceptualizar el término *toxina*; para ello, se sigue a ATSDR (2019, párr. 6) en donde se detalla que hace referencia a aquella sustancia tóxica de origen natural, tal como la de origen microbiano que llega a ser proveniente de bacterias, plantas o animales. También se consideran toxinas las sustancias producidas por entes de origen vegetal o químico sintético, capaces de alterar las funciones celulares e incluso abatir el organismo.

### ***Concepto de Antídoto***

A su vez, es importante comprender el concepto de antídoto, el cual se define como una sustancia que reduce o suprime las acciones deletéreas de un determinado agente tóxico, con la capacidad de combinarse con el tóxico, para formar un nuevo compuesto donde se disminuye o se pierde su capacidad tóxica, de manera que pueda eliminarse (Córdoba, 2006, p. 75).

Los antídotos para dar lugar a un adecuado tratamiento de las distintas afecciones causadas por los agentes tóxicos en los organismos, se pueden clasificar de acuerdo con lo señalado por Aguilar, *et al.* (2016), quienes mencionan:

1. Grupo I: Son catalogados según su mecanismo de acción. En primer lugar, aquellos que actúan como antagonistas farmacológicos (bloquean receptores específicos e inhiben su acción metabólica o potencian la acción desintoxicante endógena). En segundo lugar, los agentes capaces de formar compuestos inertes (neutralización de efecto tóxico, en beneficio de su eliminación). Por último, aquellos con acción diversa, tal como el reemplazo de cofactor).
2. Grupo II: Antídotos que impiden la absorción de los agentes tóxicos, al impulsar su eliminación o tratar los síntomas relacionados con las funciones orgánicas.
3. Grupo III: Son los agentes con función terapéutica que logran tratar la sintomatología relacionada con la intoxicación (pp. 8-9).

### ***Concepto de Droga***

Como último concepto, se busca la comprensión del concepto de droga; para ello se considera a la OMS (1982, citada por Contreras y Oliva, 2015) en donde se describió este tipo de sustancias que logran producir alteraciones psicoactivas, tal como la transformación en la percepción, estado de ánimo, la conciencia y la conducta, donde dichas sustancias pueden autoadministrarse y provocar dependencia (párr. 7).

## Historia de la Toxicología Universal

Como parte de la comprensión del concepto de toxicología, surge el interés de conocer su trayectoria histórica; para ello se sigue a Pérez *et al.* (2014), quienes detallan que la historia de la toxicología data de los inicios de la humanidad. Señalan que las personas se alimentaban de aquellos productos a su alcance y durante este proceso hallaron algunos perjudiciales, e incluso mortales. El ser humano comprendió que utilizar venenos funcionaba para la caza y por ello emplearon de flechas envenenadas; de aquí el origen del término *toxicología*.

Para ampliar el recuento histórico, Pérez *et al.* (2014) indicaron que, para la Edad de Bronce, aparecen descripciones de distintas drogas y venenos en los antiguos escritos de medicina china en el primer Pen Tsao o Gran herbario. En el año 3000 (a.n.e), al emperador Shen Nung se le consideró como el primer médico del lugar y fue a quien se le asignó tanto el descubrimiento de estas sustancias peligrosas, como el reconocimiento de muchas plantas medicinales y venenosas. En el Papiro de Ebers (1500 a.n.e), se hace clara reseña respecto a venenos, con descripción del uso del opio (*Papaver somniferum*), hioscina (*Hyoscyamus niger*), cáñamo índico (*Cannabis indicus*) y metales considerados como tóxicos, tales como el plomo y cobre. Además, se hizo alusión al veneno de serpientes y otras alimañas, en el papiro egipcio de Hearst. Los sacerdotes del antiguo Egipto eran quienes conocían y poseían los venenos (Pérez *et al.*, 2014).

En una época semejante a la anterior, el libro *Ayurveda* (citado por Pérez *et al.*, 2014) hace referencia a la disciplina toxicológica en una sección a la que denominaron *Agada tantra*. Su contenido nombraba minerales como el arsénico y el mercurio; del mismo modo, mencionaba el tratamiento de intoxicaciones mediante la utilización de antídotos que contenían miel, mantequilla y asafétida.

Durante la antigua Grecia, Sócrates fue condenado a ingerir cicuta (*Conium maculatum*), una planta con alto poder tóxico, utilizado por el Estado para producir la muerte en aquellos griegos que infringieran la ley. En el siglo V a.n.e., Hipócrates explicó los principios de la toxicología, elaboró el registro acerca de la absorción del tóxico y describió el saturnismo (intoxicación por plomo) (Pérez *et al.*, 2014).

En la línea de tiempo del recorrido de la toxicología, Pérez *et al.*, (2014) mencionaron que durante los años 370-286 a.n.e., el padre de la botánica, Teofrasto (Theophrastus de Eresus) quien

fue discípulo de Aristóteles, logró estudiar venenos de origen vegetal, tales como la belladona (*Atropa belladonna*) y la amapola (Papaver). A su vez, logró describir la preparación de “venenos de acción más o menos corta” (p. 502).

Por otra parte, Pérez *et al.*, (2014) indicaron que el escritor griego Nicandro de Colofón (185-135 a.n.e), detalló la sintomatología por intoxicaciones producidas por vegetales (cicuta, opio, colchico), animales (serpientes y salamandras), hongos venenosos y por minerales (mercurio y el arsénico). Sus escritos especificaban aquellos venenos que lograban matar rápida y lentamente.

Durante la Edad Media, en el siglo XIII, se publica la obra *Antidotarius magnus seu universalis* a cargo de Nicolás de Salerno, donde se encuentra información de aproximadamente cien preparaciones de antídotos. Entretanto, en el siglo XV se utilizaron *pócimas* para intervenir en situaciones políticas, lo cual influía en la selección de ciertos gobernantes. Durante este tiempo los árabes empezaron a extender la toxicología, mientras que en otros territorios no se obtenían avances sobre las ciencias naturales, pues el cristianismo lo impedía (Pérez *et al.*, 2014).

Posteriormente, se resalta el trabajo de Paracelso (1491-1541) en el campo toxicológico, realizado durante la Edad Moderna, él contribuyó, de manera cuantitativa, con el término de la dosis y además, sugirió que algunos venenos tenían utilidad medicamentosa si se empleaban dosis adecuadas. Este médico alemán fue quien estableció los principios esenciales para la toxicología, al destacar la marginación entre una dosis terapéutica y una dosis tóxica, al manifestar que “la dosis es determinante para la toxicidad de la sustancia, *dosis sola facit venenum*” (Pérez *et al.*, 2014, p. 505) y las respuestas ante las sustancias tóxicas, mediante la experimentación animal.

También se consideran los argumentos de Paracelso en cuanto las importantes anotaciones en actuaciones alquimistas, incluso se le llegó a considerar como el precursor de la farmacología y de la medicina moderna. Paracelso aplicó la medicina suponiendo que podía separar energía a partir de sustancias proveniente de minerales, vegetales o animales, para unirla a la energía del ser humano y con ello lograr su curación. Específicamente, al método de la separación de energía a partir de la materia, se le conocía como *arte espagírico*, lo cual dio el nombre a la medicina espagírica o espagirismo (Santos, 2003, pp. 53-56).

En este mismo contexto, Santos (2003, p. 56) indicó que Paracelso se dirigía en sus terapias por el principio de la similitud (similar cura lo similar). Así, empleaba venenos a dosis mínimas para ofrecerlos como buen medicamento; de ahí su frase “nada es veneno, todo es veneno, la diferencia está en la dosis”. Este método hizo referencia a lo que se conoce como homeopatía; se considera que Paracelso fue el antecesor más directo de su aplicación.

Paracelso brindó aportes medicamentosos a partir de sustancias minerales y fue el fundador de la *iatroquímica*, la cual marcó la relación de la medicina apoyada de la química, como una especie de química médica, química farmacéutica y toxicológica. Su fundamento provenía de la idea en que “los fenómenos psicológicos y patológicos son debido a reacciones químicas” Santos (2003, p. 58), por lo que la alteración de esos procesos químicos debía mejorar si se utilizaban procedimientos químicos.

Por otra parte, en Francia ocurrieron envenenamientos en repetidas ocasiones durante el siglo XVIII, lo que provocó el nombramiento de los primeros peritos médicos y químicos. De esta manera se llevó a cabo el auge de la toxicología judicial o forense. Consecutivamente, debido a la falta de calidad en los resultados de las intervenciones, se involucraron los métodos analíticos en la enseñanza de los peritos, lo cual creó en el siglo XIX el nacimiento de la toxicología analítica. Las técnicas de separación e identificación de sustancias empleadas durante esta época aún siguen siendo parte de la metodología actual (Pérez *et al.*, 2014).

En el caso de la Edad Contemporánea, Pérez *et al.*, (2014) señaló que el estudio toxicológico ocupó un rumbo científico, con referencia a Mateo Buenaventura Orfila, quien publicó en 1814 el libro llamado *Tratado de Venenos*, donde logró clasificar a estas sustancias según origen (reino animal, reino vegetal y reino mineral). Posteriormente, publicó otro denominado *Tratado de Toxicología General* en el mismo año y en 1828, Mateo logró revelar que el veneno podía alcanzar más allá del propio tubo digestivo; dicha demostración es alusiva a lo que se conoce hoy como toxicocinética.

La implicancia de la toxicología tomó fuerza en el área de la medicina legal y judicial, pues brindaba colaboración a la justicia en diferentes épocas y territorios, a raíz de los análisis toxicológicos provenientes de los laboratorios. Del mismo modo, la toxicología ha sido empleada y perfeccionada vertiginosamente en los últimos cien años, principalmente, luego de la II Guerra Mundial. En esta época, ocurrió una sobreproducción de moléculas orgánicas, donde se destacan

sustancias como “drogas, pesticidas y sustancias químicas de uso industrial y militar” (Pérez *et al.*, 2014, p. 508).

Con respecto a la toxicología, desde el ámbito educativo sobresale el médico Emilio Astolfi (1930-1995), apreciado como el padre de la toxicología a nivel Latinoamericano. Este médico argentino fundó, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, la primera Cátedra de Toxicología. De igual forma, el médico Waldemar Almeida, de nacionalidad brasileña, fue quien instauró en Río de Janeiro, la Cátedra de Toxicología y el Centro de Estudios Toxicológicos en el Instituto Oswaldo Cruz (Pérez, *et al.*, 2014).

### **Acciones Internacionales para la regulación de la Toxicología**

En este subapartado se procede a exponer el pronunciamiento de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (s.f.), pues durante las Cumbres para la Tierra, se elaboró el Programa 21, cuyo capítulo 19 habla acerca de la Gestión Ecológica Racional de los Productos Químicos Tóxicos, donde se incita al desarrollo sostenible y al avance de la calidad de vida en el mundo. Para ello, distintos órganos internacionales se han encargado de la creación de programas referentes a la seguridad de los productos químicos y dado que la contaminación química continúa, surge la importancia de aumentar la difusión de la “gestión ecológicamente racional de los productos químicos” (párr. 1) para continuar con los objetivos sociales y económicos de la humanidad, los cuales requieren, sin lugar a duda, el empleo de una diversa cantidad de productos químicos para lograr dichas finalidades.

En el informe del Programa 21, propiamente su capítulo 19, la ONU enfoca seis áreas de en los que insta se deben enfocar los programas, las cuales se mencionan a continuación:

- a) Expansión y aceleración de la evaluación internacional de los riesgos de los productos químicos.
- b) Armonización de la clasificación y el etiquetado de los productos químicos.
- c) Intercambio de información sobre los productos químicos tóxicos y sobre el riesgo que entrañan los productos químicos.
- d) Organización de programas de reducción de riesgos.
- e) Fomento de la capacidad y los medios nacionales para la gestión de los productos químicos.
- f) Prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos y peligrosos (ONU, s.f., párr. 4).

Sobre lo anterior, para que dichas áreas logren ejecutarse, se requiere de un vehemente trabajo internacional en cuanto a coordinación y aplicación desde el espacio técnico, financiero, educativo y científico. Se recalca que su máximo fomento debe ser en aquellos países en desarrollo. La ONU (s.f.) indica que la evaluación de riesgos referente a propiedades intrínsecas y a la determinación del grado de exposición de los productos químicos para la definición del grado aceptable y la gestión de los riesgos forma parte importante en estos programas.

Se logra reconocer que, algunas organizaciones internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés); los planes como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa Internacional de Protección frente a los Productos Químicos (PIPPQ) de la OMS, así como otras organizaciones regionales competentes, brindan cooperación en materia de seguridad química (ONU, s.f.). En efecto, se hace evidente que las políticas o decisiones surgidas en estos organismos o programas son la fuente para la consolidación de un marco legal en relación con las sustancias químicas y por tanto, su relación con la ciencia en estudio.

Para ampliar la comprensión de la trayectoria de la toxicología, se procede a exponer las características generales de instituciones especializadas en la materia que operan en otros Estados y regiones. Por ello, a nivel del territorio europeo, se reconoce a la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA por sus siglas en inglés) como un organismo que aplica la legislación referente a productos químicos, dirigida hacia la correcta utilización de sustancias químicas para proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

Así, esta agencia contribuye en el asesoramiento de las autoridades encargadas de ejecutar las regulaciones y normas en cuanto a materia medioambiental y de salud, establecidas dentro de sus objetivos. Así mismo, la ECHA colabora con empresas e industrias en cuanto al cumplimiento de normativas y proporciona información acerca de la utilización de las sustancias químicas, con énfasis en aquellas que son peligrosas (OIT, 2013).

En cuanto al entorno americano, se reconoce la implicancia regulatoria en el área toxicológico a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), pues ofrece información reglamentaria e instrucción con respecto a sustancias tóxicas. La

misión de la EPA se basa en protección de la salud humana y del medio ambiente, por lo que también ofrece información referente a la salud, seguridad y exposición.

La EPA cuenta con la Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos (OPPT por sus siglas en inglés) donde se dirigen programas relacionados con la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA por sus siglas en inglés) y la Ley de Prevención de Contaminación. Por medio de estas leyes, a esta agencia se le confiere la evaluación de las sustancias químicas tanto a nuevos productos como a los existentes, así como la evaluación de riesgos, prevención y disminución de la contaminación ambiental en las compañías. A su vez, le concierne el registro, distribución, venta y uso de pesticidas en los Estados Unidos mediante la Ley Federal de Insecticidas, fungicidas y Rodenticidas (FIFRA por sus siglas en Inglés) (EPA, 2020).

A nivel Centroamericano, desde la Red Centroamericana de Institutos y Centros de Información y Asesoramiento Toxicológico (REDCIATOX) se halla la Sección de Investigación, Información y Asesoramiento Toxicológico del Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos (CIIMET), la cual brinda información, realiza investigaciones, asesorías y capacitaciones referentes a la toxicología, farmacoterapia, farmacovigilancia, seguridad ocupacional, salud ambiental, entre otros aspectos. Desde este punto de vista, esta unidad auxilia técnicamente a las distintas instituciones del entorno laboral, agrícola y ambiental concernientes al tema. Además, coopera con las decisiones vinculadas con la reglamentación, acción y prevención (REDCIATOX, 2021).

### **Toxicología en Costa Rica**

Para complementar la revisión de las generalidades de la toxicología, en este subapartado se procede a exponer cómo ha sido abordada esta a nivel nacional. En ese sentido, se parte de la revisión del Reglamento Registro y Control Sustancias Tóxicas y Productos Tóxicos y Peligrosos N° 24099-S, el cual corresponde al Ministerio de Salud. Esta entidad que es la encargada de definir cuáles son sustancias, productos u objetos tóxicos o peligrosos de carácter radioactivo, comburente, inflamable, corrosivo, irritante u otros declarados peligrosos.

De esta manera, según lo señalado desde el considerando, se desprende que el Ministerio de Salud debe velar porque las operaciones realizadas por aquellas personas naturales o jurídicas relacionadas con productos u objetos tóxicos, puedan garantizar que hay una adecuada gestión de los riesgos para evitar situaciones adversas a la salud de las personas y animales. Además, se

recalca la obligatoriedad de que las sustancias, productos y objetos clasificados como tóxicos estén debidamente rotulados, en idioma español y simbología pertinente. Se resalta que debe haber también consideraciones en cuanto la posesión de los antidotos y conocimientos correspondientes a las contraindicaciones generadas con el producto o sustancia.

Se refleja que el país cuenta con esfuerzos significativos para la regulación de lo relacionado con la toxicología; el Ministerio de Salud es el ente rector., lo cual a su vez es congruente con los compromisos internacionales del país con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, que ha emitido diversas directrices para contemplarse en la legislación nacional, acorde con lo establecido en el Capítulo 19 de la Agenda 21, informe de referencia para el Reglamento N° 24099-S.

La utilidad de este reglamento está en que evidencia la regulación en materia de importación, fabricación, reenvase, venta, distribución o suministro de aquellas sustancias, productos y objetos categorizados como peligrosos o tóxicos. Se valida que las autoridades de salud cuentan con herramientas jurídicas para decretar medidas pertinentes para evitar peligros o agravaciones a la salud de las personas.

A pesar de que el Reglamento N° 24099-S se enfoca en aspectos relacionados con la toxicología, es clave también analizar la Ley General de Salud, pues incluye dictámenes importantes para esta disciplina. En ese sentido, en la sección IV se exponen los deberes y restricciones a que quedan sujetos quienes ejercen acciones y operaciones relativas a sustancias tóxicas y peligrosas. Propiamente, señala que ninguna persona natural o jurídica, podrá importar, fabricar, manipular, almacenar, vender, transportar, distribuir o suministrar sustancias o productos tóxicos u objetos peligrosos de carácter radioactivo, inflamable, corrosivo, irritante, u otros declarados peligrosos, de riesgo o dañinos, por el Ministerio de Salud.

Se procede con la presentación de los artículos más relacionados con la regulación de la toxicología, según la Ley General de Salud:

Artículo 240.- Toda persona natural o jurídica que se ocupe de la importación, fabricación, manipulación, almacenamiento, venta, distribución y transporte y suministro de sustancias o productos tóxicos, sustancias peligrosas o declaradas peligrosas por el Ministerio deberá velar porque tales operaciones se realicen en condiciones que eliminen o disminuyan en lo posible el riesgo para la salud y seguridad de las personas y animales que quedan expuestos a ese riesgo o peligro

con ocasión de su trabajo, tenencia, uso o consumo, según corresponda (Ley General de Salud, 1973).

Las personas naturales o jurídicas, que realicen algún tipo de operación con sustancias o productos tóxicos, según el artículo anterior, deben contar con las condiciones apropiadas para hacer una mitigación adecuada de riesgos. De igual forma, es importante también revisar lo señalado en el artículo 241 de la misma Ley General de Salud, donde se indica:

Artículo 241.- Queda prohibido el expendio y suministro de sustancias o productos tóxicos o de sustancias o productos u objetos peligrosos u otros declarados como tales por el Ministerio sin cumplir estrictamente las disposiciones reglamentarias pertinentes y en especial las que digan relación con el registro obligatorio cuando proceda y con el contenido obligatorio de la rotulación que deberá acompañar al producto mismo, a sus envases y empaquetaduras y en el que se deberá indicar en español y con la simbología pertinente, la naturaleza del producto, sus riesgos, sus contraindicaciones y los antídotos correspondientes si procedieren (Ley General de Salud, 1973).

A partir del artículo anterior, se recalca la prohibición de ofrecer productos o sustancias que incumplan las regulaciones y se encuentren previamente categorizados por el Ministerio de Salud como dañinos o tóxicos. Además, se enfatiza el deber de que sean ofrecidos bajo una correcta rotulación, tal como señaló también en el Reglamento N° 24099-S.

El artículo 242, indica que "se prohíbe vender o suministrar, a cualquier título, sustancias, mezclas de sustancias, productos u objetos tóxicos, de carácter peligroso o declarados peligrosos por el Ministerio, a menores de edad o a personas incapacitadas mentalmente" (Ley General de Salud, 1973). Se puede observar la concordancia con los artículos anteriores, pero resalta el deber de no ofrecer estos productos a personas menores de edad o con algún tipo de necesidad especial.

Artículo 244.- Las personas naturales y jurídicas que importen, fabriquen, manipulen, almacenen, transporten, comercien, suministren o apliquen sustancias, mezclas de sustancias o productos denominados plaguicidas por la ley de sanidad vegetal, quedarán sujetas a las disposiciones reglamentarias que el Ministerio dicte de común acuerdo con el Ministerio de Agricultura para el resguardo de la salud de las personas de conformidad con esa ley, los interesados deberán registrar todo pesticida o producto destinado al control o exterminio de las infestaciones y solicitar permiso previo para operar cuando tales sustancias, mezclas de sustancias o productos que por su naturaleza o uso no queden incluidos en la ley mencionada fueren capaces de algún modo de producir intoxicaciones o daños serios a la salud de las personas o de los animales útiles o inofensivos al hombre (Ley General de Salud, 1973).

En el artículo anterior se hace alusión a que todas aquellas personas naturales o jurídicas, que busquen realizar algún tipo de operación con sustancias de naturaleza plaguicida deben cumplir con las disposiciones reglamentarias que brindan los Ministerios de Salud y Agricultura. Además, se recalca el deber de cumplir con un adecuado registro de tales sustancias o productos.

ARTÍCULO 245.- Las personas naturales o jurídicas que se dediquen al control de plagas, podrán operar solo con permiso del Ministerio utilizando las sustancias, mezclas de sustancias, los productos y mezclas de productos autorizados por el Ministerio y con sujeción a las normas técnicas procedentes, a fin de evitar accidentes o daños a la salud de las personas que realicen tales tareas o de terceros (Ley General de Salud, 1973).

Por último, se contempla el artículo 245, el cual establece que las personas u organizaciones que operen en el tema del control de plagas también deben tramitar permisos ante los ministerios competentes; ello, porque también hacen uso de sustancias y productos contemplados dentro de la categoría de tóxicos. Implica que deben contar con conocimientos en la materia, no precisamente a nivel farmacéutico, pero sí en aspectos básicos de al menos el tipo de sustancias que utilizan y con ello se representa el tener capacitación.

Para continuar con el conocimiento relacionado con la toxicología en Costa Rica, es clave mencionar las instituciones públicas destacadas en el área de la toxicología, porque ofrecen aportes importantes para la salud de las personas y también para el ámbito judicial. En primer lugar, se reconoce al Centro Nacional de Control de Intoxicaciones (CNCI), ubicado dentro del Hospital de Nacional de Niños (HNN), considerado de carácter nacional en el 1989, administrado, normado y reglamentado por la Dirección y el Departamento de Farmacia de este hospital pediátrico. El propósito de su creación se basa en el ofrecimiento de información objetiva y oportuna, de manera que cubra el área toxicológica en cuanto a los aspectos preventivos, primeros auxilios y tratamientos de las intoxicaciones (REDCIATOX, 2021, párr. 1-4).

El CNCI plantea, dentro de su misión, disminuir las tasas de morbi-mortalidad a causa de las intoxicaciones relacionadas con la medicación, plaguicidas, plantas y otras sustancias consideradas perjudiciales para la salud de la población costarricense. Así, el Centro está especializado en el ofrecimiento eficaz de resoluciones y asesorías de los aspectos toxicológicos y farmacológicos (REDCIATOX, 2021, párr. 5,6).

La REDCIATOX (2021, párr. 9) documenta una serie de funciones del CNCI para lograr su objetivo, las cuales se mencionan a continuación:

- Su principal fin es ofrecer un servicio de información y asesoramiento toxicológico, para el diagnóstico, pronóstico y/o tratamiento de pacientes intoxicados.
- Se busca brindar valoraciones sobre el riesgo de las diversas sustancias químicas que posee el país.
- Además, suministrar información sobre intoxicaciones al público, a médicos y otros profesionales que la requieren, tanto en materia de primeros auxilios, tratamiento médico (medicamentos, productos químicos del hogar, drogas ilícitas, animales ponzoñosos, plantas, plaguicidas y otras sustancias) e información que permita conocer los riesgos a la salud relacionados con la exposición a sustancias tóxicas.
- Asimismo, se enfoca en la prevención; es acá donde cumple un rol muy importante en educar a la población sobre el adecuado uso de los medicamentos, plaguicidas y sustancias de uso en el hogar y otros.
- También se cumplen funciones como la docencia, investigación, toxicovigilancia, alerta oportuna a la comunidad y a las autoridades sobre riesgos detectados, farmacovigilancia, intervención en planes de contingencia ante desastres químicos e investigación.
- A su vez, vela por la clasificación de las intoxicaciones de acuerdo con el riesgo, para que por medio de una orientación con criterio técnico, las personas pacientes puedan contar, cuando lo requieren, con una valoración de emergencia; además, brindar asesoría a profesionales en medicina, para la atención del paciente intoxicado y a educar para la prevención de las intoxicaciones.

Sobre lo anterior, se destaca el compromiso informativo, educativo e investigativo, pero también docente, aportado por el CNCI hacia las personas profesionales de la salud y a los habitantes de Costa Rica, en el ámbito toxicológico. El Departamento de Farmacia del HNN forma parte de la tutela de este Centro, por lo que se evidencia la importancia del conocimiento

sobre temas de la toxicología en los farmacéuticos, para que posteriormente se logre aportar un servicio que beneficie la salud de la población.

Otra institución relacionada con el entorno toxicológico es la Universidad de Costa Rica (UCR), propiamente desde la Facultad de Microbiología, donde se presenta una sección de toxicología. Esta sección se basa en el aprendizaje de los principios básicos de la toxicología clínica, para lo cual el estudiante se instruye en cuanto a las intoxicaciones en humanos y en los análisis de laboratorio empleados para detectar, diagnosticar y dar seguimiento de casos. A su vez, se profundiza la función del microbiólogo químico clínico, en el monitoreo de drogas terapéuticas, la toxicología médica, forense y ocupacional (UCR, 2021, párr. 6,7).

Otro implicado en el tema de la toxicología en Costa Rica es el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), creado por el Consejo Universitario de la UCR en 1982, apreciado como un contribuyente importante para el país en el campo ambiental (UCR, 2021, párr. 4). El cometido del CICA se basa en la mejora de las condiciones ambientales del país y de Latinoamérica, por medio de distintas actividades como: “investigaciones, actividades de acción social, capacitación, docencia y prestación de servicios analíticos en calidad de aguas, calidad de aire y residuos de plaguicidas” (UCR, 2021, párr. 1).

El CICA se enfoca principalmente en investigaciones sobre la calidad de aguas, efecto invernadero y medición de carbono en suelo. También, indaga sobre el impacto ambiental de contaminantes como plaguicidas, metales, contaminantes orgánicos y emergentes. De tal forma, es posible señalar que este Centro aporta un papel importante en el entorno socioambiental y ecotoxicológico (UCR, 2021, párr. 13).

Con el propósito de conocer más sobre la toxicología en Costa Rica, es innegable referir al Instituto Clodomiro Picado (ICP), el cual inició como un proyecto por parte del científico costarricense Dr. Clodomiro Picado Twight (1887-1944). A partir de las investigaciones realizadas por el Dr. Picado sobre las serpientes y sus venenos, para solucionar los envenenamientos ofídicos de los campesinos y tomando en cuenta los cambios institucionales ocurridos durante la época, este instituto se logró fundar en el año 1970 (ICP, 2021a, párr. 1,3).

El ICP dio paso a la creación de sus laboratorios para la producción de los antivenenos, a raíz del éxito del programa interinstitucional llamado Programa de Sueros Antiofídicos, donde intervino el Ministerio de Salubridad, la UCR y la Embajada de los Estados Unidos de América.

Posteriormente, el ICP pasó a ser dependencia de la UCR, con lo que se fomentó la investigación científico-tecnológica, impulsando la capacitación de los profesionales de salud para el adecuado diagnóstico y tratamiento, direccionado, además, toda aquella información referente a la acción social, como la prevención y manejo de los envenenamientos en la población (ICP, 2021a, párr. 3,4).

Dentro de la organización del ICP destacan las regencias de farmacéutica, veterinaria y biológica. El énfasis de la regencia farmacéutica, apoyada por lo establecido en la Ley General de Salud de Costa Rica, corresponde al farmacéutico, en el entorno de los laboratorio (ICP, 2021b, párr. 15).

A su vez, el ICP (2021c, párr.1) aporta cuatro actividades sustantivas. En primer lugar, se destaca la actividad de la investigación, la cual busca difundir nuevo conocimiento concerniente al campo de la biología y de la toxicología de animales ponzoñosos, así como de microorganismos que fabrican toxinas. A esta actividad se le adiciona la investigación biomédica y biotecnológica. En segundo lugar, la actividad productiva, donde ocurre la elaboración de antivenenos para uso en humanos, catalogado como el único fabricante de antivenenosa con fines terapéuticos a nivel centroamericano (ICP, 2021c, párr.1-2).

Como tercera actividad, el ICP (2021c, párr. 1) da a conocer la docencia, con la cual se difunde el conocimiento del tema en los niveles de grado y posgrado universitario. Como última actividad, ocurre la acción social o extensión, que opera con la finalidad de capacitar diversos sectores para impulsar el entendimiento sobre las serpientes y su respectiva prevención. Este programa de acción social buscar capacitar a diversas instituciones, empresas, centros educativos y comunidades, incluyendo aquellos que se consideran vulnerables, para tratar y prevenir los envenenamientos por mordeduras de serpiente (ICP, 2021c, párr.1-2).

Con el propósito de ahondar la toxicología en Costa Rica, se consideró importante para este apartado incluir la labor realizada por la Oficina de Ciencias Forenses, a cargo del Organismo Investigación Judicial (OIJ). Este departamento realiza las metodologías analíticas para el estudio de los indicios recolectados en los lugares de algún suceso. Esta oficina cuenta con distintas secciones, tales como Biología Forense, Bioquímica, Química Analítica y Toxicología Forense (OIJ, 2021, párr. 1).

En relación con el ámbito toxicológico, es necesario mencionar la sección de Química Analítica, encargada de las unidades de Drogas de decomiso y Sustancias Tóxicas. La primera unidad lleva a cabo el análisis químico de estupefacientes, psicotrópicos y sus precursores, entretanto; la segunda unidad se ocupa de sustancias como plaguicidas, drogas, medicamentos, corrosivos, venenos, lacrimógenos, licores y toda aquella sustancia vinculada con delitos que atentan contra la vida de las personas (OIJ, 2021, párr. 1-2).

La Sección de Toxicología realiza las acciones bajo la dirección de personas profesionales del ámbito toxicológico del OIJ, quienes efectúan los análisis con el empleo de unidades de tóxicos en general, análisis confirmatorio y de plaguicidas, para dictaminar la presencia de sustancias que hayan provocado algún efecto nocivo en el organismo humano y con ello, la posibilidad de adjuntarlas en casos de investigación judicial. Por otra parte, es fundamental recalcar que la formación de los profesionales se extiende hasta el nivel de Maestría en Toxicología y en Ciencias Forenses, mientras que, para el nivel de licenciatura, se destacan profesionales en Microbiología, Química Clínica y Química (OIJ, 2021, párr. 1-3).

Finalmente, se hace notable mencionar que a nivel nacional se llevó a cabo el XII Congreso Regional Latinoamericano de Toxicología Forense, coordinado por la Facultad de Farmacia de la UCR, el Poder Judicial y la Asociación Internacional de Toxicología Forense (TIAFT). Su finalidad respondió al interés de visibilizar los conocimientos de las nuevas pruebas o metodologías de análisis toxicológico, con beneficios para el progreso de la toxicología en el territorio costarricense. A su vez, se abarcó la comprensión de los métodos para examinar el metabolismo humano ante el consumo de nuevas drogas de diseño, distribuidas en mercados ilícitos (Jiménez, 2016, párr. 3,6).

En dicha actividad participaron investigadores farmacéuticos y especialistas del OIJ, pues se brindaron desde el campo de la toxicología forense, pruebas innovadoras a nivel mundial, que proporcionaban la detección de drogas o sustancias psicoactivas en el organismo, para la resolución de procesos judiciales; a su vez, estos análisis permitían su aplicación en pruebas farmacológicas para asegurar su calidad y eficacia en aquellos productos farmacéuticos encontrados en el mercado (Jiménez, 2016, párr. 4).

A partir de lo expuesto en esta sección, se logra observar que la toxicología está presente en las estructuras legales de país, así como en instituciones públicas nacionales que llegan a tener

hasta reconocimiento internacional, debido a sus significativos aportes. Además se observa que esta inclusión está también a nivel de docencia, investigación y acción social. Asimismo, se recalca la visión interdisciplinaria de la toxicología, que empata muy bien en proceso forense como de conocimiento científico del consumo de drogas o prevención y atención de incidentes de envenenamiento. Se reconoce la necesidad de prestar atención a la temática de este estudio, pues constituye un espacio para que en el país se generen nuevas competencias; de esta manera, las personas profesionales del área farmacéutica se puedan involucrar y colaborar en la resolución de los procesos legales, preventivos y reactivos, concernientes a las temáticas toxicológicas y farmacológicas.

### **Aprendizaje y Modelo Educativo Universitario**

Una vez desarrollada la comprensión acerca de las generalizaciones que rodean a la toxicología y como esta ha sido abordada en Costa Rica, se busca en este apartado hacer la exposición del segundo eje medular de este estudio, relacionado con el proceso de enseñanza a nivel de educación superior. Se busca analizar las tendencias de toxicología que permitan fortalecer la visión disciplinar para implementarse en la carrera de farmacia de la UIA. Por ello, primeramente se ofrece una explicación de los conceptos de modelo educativo, enseñanza-aprendizaje y sus características, desde la visión de la andragogía, la cual es la disciplina enfocada en el proceso de aprendizaje de persona adultas.

De tal manera, lo primero que se debe mencionar es que el proceso de la enseñanza-aprendizaje enfoca adultos, por tratarse de un espacio con población estudiantil universitaria. Por tanto, se hace necesario definir la andragogía para comprender las particularidades que se espera tenga la visión disciplinar de la carrera de Farmacia. Inicialmente, Lifshitz (2004) evidencia que el término *pedagogía* se ha utilizado de manera indistinta para todo proceso de aprendizaje; sin embargo, este término realmente hace referencia a los procesos de enseñanza de los niños. El niño y el adulto aprenden de distinta manera; el término ajustado al aprendizaje de los adultos es *andragogía*.

Por lo tanto, Rojas (2016) define el término *andragogía* como:

Una disciplina que, partiendo de los conocimientos previos del estudiantado, busca el aprendizaje de los seres humanos adultos en una forma integral; por ello, utiliza

métodos y teorías para que en el proceso educativo se creen conocimientos, experiencias y saberes, con el objetivo de desarrollar habilidades y destrezas que les permitan desenvolverse en su entorno socio económico laboral y cultural (p. 121).

Al tratarse de personas adultas bajo el rol de estudiantes, estas cuentan con conocimientos previos; el proceso de aprendizaje debe partir de una visión desde el paradigma constructivista, en el sentido de que se debe reconocer que el aprendizaje es construido a partir de la visión de mundo del estudiantado y los conocimientos que se generen son adheridos a esa visión. Así, debe haber una integración de los aspectos teóricos y metodológicos que tengan como fin impulsar habilidades y conocimientos técnicos, lo cual permita a las personas estudiantes prepararse para diferentes entornos sociales y laborales.

Para ampliar la idea anterior, se destaca lo mencionado por Knowles (2006, citado por Castillo, 2018, p. 64) donde agrega que “así como la Pedagogía atiende el qué educar y siendo la Andragogía el símil para la educación entre adultos, entonces también abarcaría lo mismo” (p. 65). No obstante, el autor refiere que la diferencia entre ambas ciencias radica en que la educación pedagógica es guiada, mientras que la andragogía no lo es; es decir, se asume un cambio que insta a una autorregulación e incluso autodidactismo, el cual implica un acompañamiento por parte de la persona docente, más a nivel de mentoría o guía, que de instructor. Lo anterior ilustra que la educación de adultos posee un proceso en la recuperación de conciencia a través de sus experiencias más significativas. Dicha significancia conduce a la evaluación y las experiencias aportan el conocimiento de lo que sucede y lo que influye en la personalidad del estudiante (Knowles, 2006, citado por Castillo, 2018, p. 65).

De esta manera, se indican las bases de los procesos de aprendizaje para adultos, referenciado a Lifshitz (2004), quien señala que la población adulta posee la necesidad de autodirigirse, por lo que se habla de independencia. Los adultos tienen experiencia, así que esta debe ser considerada como un recurso de importancia para el aprendizaje. Otro fundamento, es que los adultos tienen más interés por contenidos relacionados con su rol en sociedad, tanto a nivel personal como profesional. Asimismo, las personas adultas sienten motivación para instruirse cuando se pone en práctica el aprendizaje teórico, enfatizando que su motivación por aprender no proviene de las exposiciones de otros, sino que procede de su interior.

Morales y Leguizamón (2018, pp. 166-167) señalan que existen principios andragógicos, los cuales son fundamentales para el aprendizaje de las personas adultas. Las premisas son: la necesidad de saber, autoconcepto, experiencia del alumno, orientación del aprendizaje, disposición para el aprendizaje y la motivación; se describen en los párrafos siguientes.

Sobre el principio relativo a que el aprendiz necesita saber, antes de integrarse al proceso de aprendizaje se debe señalar por qué aprender algo que debe estar relacionado con inconvenientes de su vida real. El adulto debe saber sus metas y con ello identificar la necesidad de su aprendizaje, ya que es participante de su formación (Rojas, 2016, p. 130).

Para el caso del principio del autoconcepto Morales y Leguizamón (2018, p. 166) lo definen como el grado de madurez que debe adquirir la persona adulta, de acuerdo con sus responsabilidades y sus decisiones para la formación de su crecimiento a lo largo de su vida. Por ello, se puede señalar que este aspecto hace referencia a que el estudiante debe conducirse hacia el autoaprendizaje. Así, es importante que la motivación medie dentro del aprendizaje que se le invita a construir.

Sobre la experiencia, es clave reconocerla como un factor que influye en los estudiantes adultos, lo cual implica darle el significado a las vivencias que marcan su personalidad. Lo anterior hace referencia a una cantidad de conocimientos a través de la vida, de sus grados académicos, cursos anteriores, u otras fuentes de información, de los cuales cobran conciencia e inciden en su personalidad (Rojas, 2016, p. 131).

La disposición de aprender y su orientación del aprendizaje tiene como fin el mejoramiento de su calidad de vida, por lo que esta premisa se asocia con las experiencias existenciales, el compromiso de su educación y su crecimiento personal. De este modo, los contenidos que aborda un curso en la formación del estudiante deben interactuar con su experiencia, para orientarle en las situaciones de la vida o en algún papel que deba asumir en su existencia, de manera que encuentre la motivación para conocerlo y aprenderlo (Morales y Leguizamón, 2018, pp. 166-167). En esta premisa, Castillo (2018, p. 67), agregó que la orientación hacia el aprendizaje no debe extenderse por varias horas y que el tiempo debe apropiarse en la formación, lo cual hace referencia al proceso de planeación o mediación, el cual será conceptualizado en la sección de estrategias de aprendizaje en educación superior.

En cuanto a la motivación para aprender, Morales y Leguizamón (2018) señalan que las personas docentes deben ser buenos motivadores de estudiantes adultos. Cuatro particularidades que deben presentar son: “destreza para transmitir ese saber, entusiasmo y compromiso con los grados de emoción, estímulo y energía, empatía con las necesidades y expectativas de su alumno, y claridad, vista desde el lenguaje y organización en su proceso como enseñante” (p. 167). Del mismo modo, los autores apuntaron con cuatro principios que participan en la motivación del adulto por aprender, los cuales mencionan que “los adultos quieren ser exitosos, quieren sentir que tienen control sobre su aprendizaje, desean aprender algo de valor para ellos y, por último, desean experimentar ese aprendizaje como algo placentero” (p. 167).

Es necesario considerar en este contexto, que los profesionales cuando ofrecen los procesos de aprendizaje realizan un papel de facilitadores dentro de la andragogía. Castillo (2018, p. 68) apunta que la persona adulta construye su aprendizaje, mientras que el facilitador atenderá y orientará a los estudiantes, de forma que se logre asegurar los aprendizajes.

En tal sentido, Adam (1987) citado por Castillo (2018) refiere que los facilitadores tienen características distintas a un profesor, pues desde la andragogía, el proceso es de orientación-aprendizaje (POA), situación que es distinta al proceso enseñanza-aprendizaje (PEA), el cual es dirigido por un profesor o pedagogo. Dichas características son enunciadas:

- Posición como conductor y orientador de los aprendizajes.
- Liderazgo democrático a fin de lograr una mayor profundidad en los planteamientos de los participantes.
- Liderazgo participativo ya que propicia el aprendizaje de conocimientos necesarios al participante.
- Motiva la autorrealización del participante de acuerdo con sus necesidades.
- No presiona a los participantes para que acepten sus puntos de vista.
- Utiliza recursos para mantener abiertos los Canales de comunicación entre él y los participantes, y de éstos entre sí.
- Se preocupa por no actuar como el poseedor de todas las soluciones.
- Propicia el desarrollo de habilidades del liderazgo en los participantes.
- Crea una independencia y responsabilidad en los participantes en las formulaciones de alternativas, opiniones, aclaratorias y experiencias (Adam, 1987, citado por Castillo, 2018, pp. 68-69).

Aunado a lo anterior, para que el facilitador y el alumnado puedan cumplir el propósito, dentro del concepto de la andragogía, es necesario comprender los principios generales que lo conforman y validan. Estos principios son la horizontalidad y la participación. Sobre el primero,

se sigue a Morales y Leguizamón (2018), quienes señalan que la horizontalidad “se comprende como la capacidad del participante y del facilitador de seleccionar y definir cuándo, qué y cómo aprender. Cuando este principio es practicado, se hace posible, mediante sus habilidades, que ambos logren sus propósitos” (p.165).

En este mismo contexto, se revela otra característica de la horizontalidad, en donde Rojas (2016, p. 128), añade que el apoyo de cada parte en el desarrollo del proceso de aprendizaje se logra compartiendo las metas y los objetivos por acuerdo mutuo. Esto implica que la base del proceso de aprendizaje debe ser la comunicación y el respeto, donde el facilitador no cree un entorno autoritario, sino basado el diálogo y la comprensión.

Sobre el segundo principio específico, el de participación, este se refiere a la influencia activa del aprendiz para conseguir un objetivo definido anticipadamente. Este aspecto, debe interpretarse como la toma de decisiones entre aprendiz y facilitador para cumplir una determinada tarea (Morales y Leguizamón, 2018, p.165). Este principio, hace referencia a la persona que estudia bajo la andragogía, razón por la cual se le denomina *participante* (Castillo, 2018, p. 69).

Con el propósito de sustentar lo anterior, Rojas (2016, p. 129), señala que del rol del participante se espera sea “activo, participar, hacer, construir, analizar en forma crítica, razonar y realizar propuestas”, lo que es, además, congruente con la postura de la perspectiva constructivista de la educación. Para ello, la participación requiere de técnicas y estrategias que conceda el razonamiento y el criterio por parte de los aprendices.

Para lograr con éxito el principio de participación dentro del proceso de aprendizaje andragógico, Rojas (2016), aclara que los siguientes aspectos deben cumplirse:

(...) debe existir madurez en las personas participantes, procesos de reflexión y análisis de las actuaciones, crítica constructiva y autocrítica; unido ello al diálogo abierto y respetuoso, al fomento de la creatividad, a la comunicación asertiva y abierta y, finalmente, a la realimentación para la mejora (p. 129).

Por tanto, el principio de la participación se compromete con los estudiantes para que puedan compartir su conocimiento y este, a su vez, sea apreciado por los demás participantes y

por el facilitador. La toma de decisiones persigue un interés común, por lo que el proceso de formación se considerado democrático (Castillo, 2018, p. 69).

De manera que, con la visión de la andragogía como base del proceso de construcción del aprendizaje, es posible señalar que el modelo educativo se comprende, entonces, como una postura andragógica, que se da por medio de la formalización de la estructura educativa dictada por la institución afiliada, de tal manera que funcione como referencia para el cumplimiento de las funciones de docencia, investigación, extensión, vinculación y servicio. Se cumple con el propósito educativo del cual debe sustentarse de la historia, valores adoptados, visión, misión, filosofía, objetivos e intención de la institución (Tünnermann, 2008, p. 15).

El aporte teórico que realiza Tünnermann (2008) sobre el modelo educativo, se basa en que los egresados obtengan las habilidades planteadas por la UNESCO en la "Declaración Mundial sobre la educación para el siglo XXI", se cita:

El aprendizaje permanente, el desarrollo autónomo, el trabajo en equipo, la comunicación con diversas audiencias, la creatividad y la innovación en la producción de conocimiento y en el desarrollo de tecnología, la destreza en la solución de problemas, el desarrollo de un espíritu emprendedor, la sensibilidad social y la comprensión de diversas culturas (p. 17).

Lo anterior hace especial relación con lo indicado por Apodaca, Ortega, Verdugo y Reyes (2017), en cuanto al modelo educativo para la formación de profesionales en salud, donde su paradigma se fundamente en la preparación honesta de profesionales dentro de la demanda social, con formación científica para comprometerse con los retos actuales de la sociedad y con extenso progreso humanístico para ejecutar sus actividades con humildad; por ello, es conveniente que se aprecien dichas las competencias (científica, tecnológica y humanista) y los valores como pilar esencial en el modelo educativo.

Con lo anteriormente desarrollado se da paso a justificar la importancia del presente estudio para la UIA, puesto que constituirá un referente en la educación superior privada; de ahí el interés en renovar, actualizar y adoptar nuevas metodologías de enseñanza, acordes con las exigencias de la época, que permitan ampliar los recursos para la investigación (UIA, 2021a, párr. 2).

## **Mediación andragógica en educación universitaria**

En esta sección se procede con el desarrollo del tema de las estrategias de aprendizaje que se dan a nivel de educación superior. Al usar el término estrategia en el ámbito educativo, se puede conceptualizar como el establecimiento de un plan donde se describen las diferentes acciones por seguir, con el objetivo de alcanzar el aprendizaje esperado. Según los aportes de Monereo, Castelló, Clariana, Palma y Pérez (1999, p. 12), una estrategia de aprendizaje implica procesos conscientes e intencionales de toma de decisiones por parte de los estudiantes, para la elección y recuperación de conocimientos, lo cual les permita cumplir la demanda o el objetivo, según el contexto y la situación educativa donde se lleva a cabo.

En relación con la educación para adultos, es importante considerar que una estrategia de aprendizaje idónea es aquella que promueve o potencia los procesos metacognitivos en los estudiantes. Como lo exponen Maduro, Bolívar, Iturriza, Barrios, García, y Rodríguez (2007, p. 56), la metacognición viene a ser el conjunto de actividades que permitan a las personas estudiantes definir, reflexionar y evaluar su propio aprendizaje. Es así como la importancia de la estrategia está en la facilidad con la cual se puede ofrecer la realización consciente de aquellas acciones que suelen ser de forma automática en el acto de aprender; normalmente las personas se enfocan más en lo que se aprende y no tanto en el proceso de aprendizaje, por ello, se suele señalar que se deja de lado el acto de reflexionar acerca de cómo ocurre ese aprendizaje en la experiencia personal de cada uno.

En esta misma línea de reflexión, Maduro et al. (2007, p. 56), mencionan que este tipo de estrategias implican la aplicación de instrumentos debidamente planificados, que permitan orientar los procesos de reflexión de los participantes. Pero no solo eso, sino también el poder identificar las características de las formas en que generalmente aprenden y también de los ambientes o escenarios donde se ha producido el aprendizaje.

Es necesario tener en cuenta la existencia de estrategias orientadas al aprendizaje universitario; no se deben limitar a la generación de acciones encapsuladas a la memorización, la repetición, el seguimiento acrítico de instrucciones y procedimientos, la definición de verdades absolutas y la fragmentación del conocimiento; estas son características del paradigma conductista. Sin embargo, al enfocarse en la construcción de saberes como se ha desarrollado

previamente, se debe buscar el uso de estrategias más dirigidas, por ejemplo, a la investigación, la indagación, la contextualización del conocimiento desde una perspectiva más integral, sistémica y compleja, los proyectos, la resolución de problemas, el análisis de casos, entre otros. Por lo que, se justifica el enfocarse en las estrategias de aprendizaje, como un factor importante de analizar en este proceso de investigación (Quesada 2018, pp. 65-66).

Se debe reflexionar que la transformación de estas estrategias en las formas de considerar el aprendizaje, producen cambios también en los procesos a través de los cuales se desarrolla el acto de aprender. En especial, al considerar que las estrategias son parte de la mediación pedagógica, o mejor adaptada al estudio, la mediación andragógica. De manera primordial, se presenta la definición elaborada por Gutiérrez y Prieto (2002) citado por Quesada (2018), considerados los padres y desarrolladores de esta propuesta, pues para los autores, la mediación pedagógica es “el tratamiento de contenidos y de las formas de expresión de los diferentes temas a fin de hacer posible el acto educativo, dentro del horizonte de una educación concebida como participación, creatividad, expresividad y relacionalidad” (p. 50).

Para ampliar sobre la mediación pedagógica, León y Zúñiga (2019, p. 6) señalan que es un proceso de relevancia para la educación, pues constituye la interacción entre los contenidos y el proceso de aprendizaje con la comunidad estudiantil. Con ello, se desprende la existencia de una relación entre los contenidos que conforman la asignatura y la manera como son presentados a las personas estudiantes; esto implica, a su vez, un reto para el cuerpo docente y comunidad educativa en general, pues deben estar a la vanguardia con dicho contenido, así como con las condiciones del estudiantado para comprenderlo y construirlo.

León y Zúñiga (2019) agregan que la mediación pedagógica consiste en:

Saber utilizar los contenidos y la forma de tratar diferentes temas con el fin de hacer el proceso de enseñanza y aprendizaje un momento de gran interés para el alumnado, en el que es un actor que puede opinar y expresar sus experiencias, enriqueciendo la clase, además donde pueda utilizar su creatividad para hacer más agradable este proceso (p. 6).

De tal manera, al analizarse lo anterior y enlazándolo con la visión andragógica, la mediación es la acción planificada de los contenidos que el cuerpo docente ofrece al estudiantado; esta debe promover su participación y reconocimiento como actor principal del proceso de aprendizaje. Tal situación demanda que los planes curriculares o de estudio sean

capaces de señalar adecuadamente los temas o contenidos particulares que se espera compartir, así como sus objetivos específicos, los cuales sirvan, a su vez, como parámetro de medición de la adecuada construcción de conocimientos. Es ahí donde, nuevamente radica la importancia de este estudio enfocado en la comprensión de las tendencias de aprendizaje que se han estado desarrollando en materia de toxicología.

En este sentido, se evidencia que todo proceso educativo, sin distinción de área de conocimiento, va a requerir de una mediación pedagógica o andragógica. Para lo cual, se hace indispensable comprender las características que integran la mediación. En ese sentido, se sigue a Gutiérrez y Prieto (2002) citado por Quesada (2018), quienes explican los tres elementos fundamentales: el tema, el aprendizaje y la forma.

En cuanto el tratamiento del tema tiene que ver con el dominio de los contenidos considerantes como relevantes; implica un conocimiento por parte de las personas docentes, de manera que puedan generar la interacción de esos contenidos con las personas estudiantes de una manera oportuna y clara para las partes involucradas (Quesada, 2018, p. 70).

Sobre el tratamiento desde el aprendizaje, se explica que hace referencia al proceso de planificación, aplicación, orientación y evaluación de todas aquellas actividades consideradas para la promoción de la construcción del aprendizaje desde las metodologías activas, vinculadas con el contexto de las personas estudiantes. Básicamente, es un proceso que busca fomentar la reflexión y criticidad (Quesada, 2018, p. 72).

Por último, el tratamiento desde la forma, hace alusión a la integración de los aspectos como la estética y diseño de los elementos que conforman los recursos, ambientes e interacciones para el aprendizaje. Es decir, está relacionado con la percepción que el estudiantado pueda generarse a la hora de estar en contacto con el contenido didáctico ofrecido. Abarca (2016) citado por Quesada (2018, p. 74) señala que cuanto más atractiva sea la forma, se tendrán mejores resultados, pues se permite la construcción del vínculo entre la persona aprendiente y el conocimiento.

Lo anterior se considera clave para el fortalecimiento de la visión disciplinar que se busca analizar para el reconocimiento de tendencias actuales en toxicología, desde la carrera de Farmacia de la UIA.

## **Diseño curricular y planes de estudio**

Todo sistema educativo cuenta con una estructura o diseño curricular el cual refleja cómo se organizan los elementos del plan de estudios integrantes de ese sistema. Se evidencia que un currículo no es neutro, en el sentido de que responderá a una intención de la sociedad, la ciencia y el educando (Ciscar, 1992, p. 1) citado por Rojas (2016, p. 11). De esta manera, los centros de educación superior deben reconocer que sus planes de estudio requieren constante revisión, para que efectivamente se forme a personas profesionales acordes con las necesidades y demandas de diversos sectores sociales.

Una de las características del diseño curricular es que sea capaz de expresar cuatro aspectos básicos señalados por Rojas (2016), “¿qué enseñar?, ¿cuándo enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿qué, cómo y cuándo evaluar?” (p. 11). Sobre la interrogante de qué enseñar, Ciscar (1992, p. 2) citado por Rojas (2016, p. 12), indica qué considerar en el ordenamiento de la información relacionada con los objetivos y contenidos del aprendizaje, lo cual implica una redacción de objetivos generales correspondientes a los niveles y contenidos de las áreas temáticas.

En cuanto a la característica de cuándo enseñar, Ciscar (1992, p. 1) citado por Rojas (2016, p. 12) explica que debe haber un ordenamiento, organización y secuencia de aquellos objetivos y contenidos abordados a lo largo del ciclo educativo. Esta secuencia busca partir de lo más sencillo hasta lo más complejo en cada asignatura. Se da paso a señalar que las universidades deben contar con una adecuada integración de los contenidos expuestos en cada uno de los programas de los cursos, pues deben ser integrados en una visión general que permita reconocer el diseño pertinente de los objetivos en cuanto las áreas del conocimiento que se ofrecerán en el proceso de aprendizaje. Además, existirá una adecuada secuencia, de manera que el estudiantado de cierto nivel del ciclo educativo cuente con las competencias y conocimientos requeridos para el proceso de aprendizaje por enfrentar.

En un tercer nivel de caracterización del diseño curricular, está el cómo enseñar, lo cual consiste en la planeación del proceso de aprendizaje, bajo la lógica de que debe ser gradual y sistemático; esto implica la definición de recursos metodológicos, didácticos y estrategias (Ciscar, 1992, p. 3) citado por Rojas (2016, p. 12). En concordancia con lo desarrollado en los subapartados anteriores donde se exponen las características del modelo educativo universitario

que debe regirse con base en los principios de la andragogía y los tratamientos de la mediación pedagógica, llega a ser clave reconocer la necesidad de una atención a la forma en cómo se enseñarán los contenidos integrantes de cada curso. Por lo anterior, el estudio se enfoca en el área de la toxicología, la cual no está exenta de ser analizada bajo la lupa de un proceso de aprendizaje, pues también requiere de una selección de estrategias para su correcto aprendizaje.

En cuanto a la característica de la evaluación, lo que Rojas (2016, p. 12) recalca es que debe darse una comprobación del cumplimiento de las metas propuestas por parte de la comunidad estudiantil, según el proceso de aprendizaje ofrecido. Es necesario que desde el diseño curricular y propiamente su estructura, reflejada en los planes de estudio, se establezca las estrategias por considerar para la correcta evaluación de aprendizajes.

La comprensión de estas características básicas del diseño curricular permite reconocer que los planes de estudio hacen referencia “al contenido organizado que se ha sistematizado y proporcionado para alcanzar el aprendizaje” (Rojas, 2016, p. 16), donde además deben estar explícitas las metas y experiencias por alcanzar, según las demandas y necesidades de la sociedad actual.

Desde los planes de estudio, se debe describir el perfil de salida y de entrada que se proyecta para la persona al pasar de un ciclo educativo a otro. Esencialmente, Rojas (2016, p. 15) explica que el perfil de salida reúne los rasgos básicos desarrollados por la persona estudiante, para así acceder a otro nivel. Se espera que tenga un conjunto de habilidades tanto a nivel cognitivo como intelectual, además de destrezas y competencias sociales y comunicativas. En cuanto el perfil de entrada, para Rojas (2016, p. 15) son un grupo de rasgos o atributos que la persona estudiante demuestra poseer al momento de ingresar a un nivel superior del sistema educativo; por ello, deben establecerse correcta y claramente los objetivos necesarios de dominar, en cuanto a los contenidos por estudiarse en el nuevo nivel.

Así, para efectos de esta investigación, revisar los perfiles de entrada y salida ofrecidos en la formación de personas profesionales en Farmacia es un aspecto de relevancia; esto permitirá visualizar el nivel de inclusión de contenidos y, por consiguiente, de objetivos de aprendizaje a nivel de toxicología.

De la mano con el argumento anterior, es importante destacar las etapas de la formación de los planes de estudio que indica Rojas (2016, p. 17), pues una de ellas es la del análisis o diagnóstico del contexto, es decir, de construir y ofrecer un plan de estudio que haya previamente identificado las necesidades y expectativas de la sociedad en cuanto las temáticas para formar a las personas. Es vital que los centros de enseñanza realicen diagnósticos de las necesidades sociales, científicas, políticas, económicas y de salud versadas sobre las áreas del conocimiento que integran una carrera profesional. De ahí lo fundamental de valorar lo relacionado con el aprendizaje a nivel de toxicología; es un tema pertinente desde la disciplina de farmacia, que debe actuarse para satisfacer las condiciones de las diversas áreas de la sociedad costarricense actual.

En una segunda etapa, debe también contemplarse la definición de la estructura del sistema educativo, lo cual implica, según Rojas (2016), la cantidad de años, ciclos y niveles de cada etapa, así como de la definición de la cantidad de horas y periodos, si semestrales o cuatrimestrales, por ejemplo. Este aspecto, a nivel de educación superior, vale la pena de revisar en una forma comparativa, pues cada centro de enseñanza universitaria plantea esta estructura según su intención.

En concordancia con lo anterior, también está la etapa de definición de las asignaturas y contenidos, donde, según Rojas (2016, p. 18) se hace la delimitación de las áreas de aprendizaje, la descripción de las asignaturas, la justificación de su inclusión en el currículo y cómo contribuye a la formación de las personas. Además, en esta fase se contempla la cantidad de horas y modalidad en que se impartirán las asignaturas, así como su respectiva definición de objetivos y perfil de ingreso y egreso. Así, en este proceso es donde interesa comprender las buenas prácticas ejecutadas por otras instituciones de enseñanza, pues interesa recopilar las tendencias de enseñanza de la toxicología, al partir de la premisa que debe ser una temática con mayor exploración desde la formación de las personas profesionales en farmacia.

Asimismo, está la fase de elaboración de la estructura curricular, la cual consiste en la elaboración de los programas de estudio integrantes del proceso educativo. Lo fundamental de esta etapa es que permite plasmar la secuencia de acciones que se espera se desarrollen en el aula o espacio áulico donde se dé la mediación pedagógica. Rojas (2016, p. 18) señala que este desglose suele ser siguiendo la lógica de “objetivos, contenidos, actividades de mediación,

actitudes, valores y estrategias de evaluación” (pp. 18-19). Este es el punto de partida de este estudio: identificar las características propias del programa del curso Toxicología, de la UIA, para visualizar retos y necesidades en el proceso de aprendizaje ofrecido en esta disciplina.

A partir del argumento anterior, se puede mencionar otra etapa de la construcción de los planes de estudio, la cual Rojas (2016, p. 19) indica que es la explicación de las necesidades por cubrir para su debida implementación. Básicamente, consiste en la delimitación por horas, cantidad de estudiantes, materiales requeridos, recursos y cualidades que debe poseer la persona facilitadora del tema por abordar del programa de estudio. Así, estos son los parámetros claves para la descripción de los retos y necesidades que puedan darse desde la UIA, para la adecuada enseñanza de la toxicología.

Por tanto, con esta comprensión, a pesar de ser fundamentada en aspectos de las ciencias de la educación, no se debe ignorar que el proceso de aprendizaje a nivel universitario tiene una alta dosis de interdisciplinariedad y no está exento de a una valoración a partir de los procesos que implican los modelos de aprendizaje. Con estas explicación conceptual, se da paso a la interpretación y análisis de la información recolectada propiamente del área de farmacia.

### **Características y técnicas actuales de evaluación de los aprendizajes**

Para ampliar la comprensión de la terminología basada en el aprendizaje objeto de estudio, es clave realizar una comprensión de la evaluación. En ese sentido, se sigue a Rojas (2016), quien define este término como “(...) la emisión de un juicio de valor sobre el mérito de algún sujeto u objetivo” (p. 206); se puede señalar que también se requerirá del desarrollo previo de un proceso de investigación sistemático para alcanzar dicho juicio.

A su vez, Pimienta (2008, p. 36) citado por Rojas (2016, p. 206) describe la evaluación educativa de la siguiente forma:

un proceso sistemático de recopilación de información (cualitativa y/o cuantitativa) para enjuiciar el valor o mérito de algún ámbito de la educación (aprendizajes, docencia, programas, instituciones, sistemas nacionales de educación), previa comparación con normas o criterios determinados con anterioridad y que responden a instancias de referencia específicas (p. 206).

Lo anterior indica que la evaluación es el compilado de información, de modo sistemático, donde se aplican técnicas cuantitativas y cualitativas para la constitución de una resolución o juicio de valor. Así, se hace necesaria una previa trayectoria para la indagación de información por evaluar. La evaluación requiere de elementos rigurosos y confiables en donde su valoración reduzca las condiciones personales del emisor del juicio, por lo ello, la evaluación no debe estar estructurada con base en creencias o percepciones donde predomine una carga ideológica, prejuicios o ideas preconcebidas (Rojas, 2016, pp. 206-207).

Con lo señalado, se hace indispensable lo que Rojas (2016, pp. 207) menciona al seleccionar la información, donde se recomienda que se debe saber adecuadamente sobre el objeto o el sujeto en el cual se aplicará el juicio para la materialización de toda aquella aptitud que lo define. A su vez, se hace necesario tener un marco de referencia que posibilite la formación de criterios conducentes a la determinación adecuada del proceso aprendizaje o bien, que requiera de un reordenamiento de dicho proceso. Por lo tanto, el marco de referencia debe fundamentarse en principios de lo que es mejor y deseable para el aprendiz y de metas propuestas con el planeamiento didáctico, de forma tal que este también sea evaluable.

Lo anterior evidencia lo definido por Mateo (2007, p. 19) citado por Rojas (2016) quien señala que la evaluación “es un proceso de indagación, de construcción, de participación y compromiso, cultural en su naturaleza, técnico en su proceso” (p. 207). Es importante que la persona docente analice las metas y las acciones para lograr que la evaluación incluya el conocer ampliamente al aprendiz y tener un marco de referencia con resultados correspondientes a dichos fines en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Para conocer profundamente la importancia de la evaluación, es necesario comprender sus características, de forma que se pueda evidenciar que este proceso se encuentra en las distintas dimensiones que engloba el proceso de enseñanza aprendizaje. El desglose de cada una de estas características ofrecerá utilidad alusiva en la detención de acciones correctivas, o bien el establecimiento afirmativo durante su trayecto (Rojas, 2016, p. 211).

Por ello, es clave mencionar las características de la evaluación. Rojas (2016, pp. 211-212) destaca que la evaluación es holística, es decir, que está presente en todos los aspectos del proceso de aprendizaje. Ocurre una interacción con diversos factores que producen un efecto

educativo y por tanto, son susceptibles a la evaluación, incluyendo aquellos de acción didáctica y los que no fueron tomados en cuenta durante el planeamiento inicial, pero, de igual forma, pueden ser influyentes. Tales factores pueden ser la metodología, el material didáctico, los recursos del contexto social. Por lo tanto, el efecto educativo se establece con la evaluación para lograr el éxito de los objetivos en cuanto al aprendizaje y el crecimiento personal del aprendiz.

Otra característica relacionada con la anterior es que la evaluación es permanente. Rojas (2016) la detalla como “un proceso constante, que debe estar en todas las facetas de la acción didáctica” (p. 212). La cita anterior, hace referencia a que no sería adecuado, tanto para el docente como para el estudiante, obtener resultados donde no se hayan considerado acciones que durante el proceso aprendizaje les hubiese permitido mejorar, lo que repercutiría en desgaste de tiempo y esfuerzo por parte de ambas partes.

Un tercer aspecto de la evaluación es la participación. Rojas (2016) indica que todas las personas involucradas en el proceso de aprendizaje deben desarrollar una cultura de evaluación, mediante la participación activa en las diferentes facetas del proceso. De esta manera, se considera, especialmente, la participación del aprendiz en la evaluación de los aprendizajes. Esto, a su vez, es congruente con el principio general de la andragogía: la participación.

Lo anterior indica que no solo la persona docente posee el acto evaluativo, sino, también se involucra al estudiante, a fin de contribuir con su progreso en el proceso de aprendizaje y que a su vez contribuya con aquellas estrategias aplicadas por el cuerpo docente para afectar su desarrollo, incluyendo, además, las condiciones de la institución de enseñanza y del aula; con ello se formará parte responsable de su propio aprendizaje y finalmente, se obtendrá por medio de sus acciones, las metas de aprendizaje planteadas previamente. Este aspecto destaca, como característica de la andragogía: la horizontalidad.

Como cuarta característica, se hace referencia al ámbito contextual. Rojas (2016) señala que “no puede dejarse de lado el contexto donde se realiza el proceso de enseñanza-aprendizaje” (p. 213). Dicho proceso debe tener en cuenta los elementos intervinientes en sí mismos, tal como los aspectos que han moldeado al estudiante para observar el mundo; se evidencia así que la evaluación debe construirse a partir del diagnóstico, para que esté acorde con lo sugerido desde el planeamiento didáctico.

Rojas (2016, p. 213), señala la flexibilidad como una característica de la evaluación que debe ocurrir en el proceso de aprendizaje, pues posee diferentes etapas y en cualquier momento dado pueden establecerse cambios en el planteamiento. Además, la evaluación, al ser permanente, su flexibilidad permite considerar información que no se tomó en cuenta previamente y de esta manera implementarla en el proceso evaluativo.

Como sexta característica de la evaluación, se considera que es formativa. Es una manera de evaluación que comprende la transformación del pensamiento y la actitud de las personas participantes en el desarrollo del currículo, posibilita el alcance de las obligaciones que requiere el proceso educativo de forma consciente y responsable. El estudiante y la persona docente tendrán la sensatez de analizar y reflexionar sobre sus acciones, así como la consideración para realizar modificaciones en caso de no obtener resultados productivos (Rojas, 2016, p. 213).

Para lograr comprender mejor la evaluación, debe considerarse el aspecto democrático en el proceso de aprendizaje. De acuerdo con Rojas (2016, p. 213), no solo el personal docente decide cuándo, cómo y por qué realizarlo, sino que se da paso a los distintos puntos de vista por parte de todos los participantes activos que intervienen para enriquecer el proceso evaluativo; se contribuye así con los fundamentos que aporta la democracia, tales como el respeto, la tolerancia, la responsabilidad y el compromiso.

Una octava característica perteneciente a la evaluación, Rojas (2016, p. 214) la destaca como comprensiva. Se evalúan elementos que facilitan o dificultan el proceso de aprendizaje, tales como los programas de estudio, la metodología utilizada, actividades y material didáctico, recursos, organización del centro educativo y del aula, habilidades, destrezas o actitudes que el estudiante debería formar durante su progreso de aprendizaje.

Como última característica, se considera lo indicado por Rojas (2016, p. 214), al considerarla como técnica; luego del análisis de la información conseguida, se logra aplicar de manera cuidadosa y rigurosa las técnicas e instrumentos evaluativos que posean relación y un diseño adecuado que responda a los resultados de la emisión del juicio, los cuales deben estar amparados bajo evidencia que genere validez y confiabilidad.

Lo anterior, hace referencia a la importancia de una apropiada planificación del proceso evaluativo, pues los resultados generados en este, indicarán la eficacia del proceso aprendizaje. Por lo tanto, para la obtención confiable y válida de los resultados, se deben describir las técnicas e instrumentos de evaluación para la fundamentación en la toma de decisiones concernientes al aprendizaje de la persona estudiante y del proceso de enseñanza.

En primer lugar, se debe comprender el concepto de técnica. Rojas (2016) la define como “conjunto de procedimientos, actuaciones y recursos de que se sirve una ciencia o arte” (p. 225). De modo que se describe como una actividad estructurada de manera sistemática para asegurar la obtención de una valoración exitosa.

De esta manera, desde la evaluación educativa, la técnica es una acción que se implementa con el fin de obtener un producto. Para Rojas (2016, p. 226) la disposición de los instrumentos permite recopilar información que muestra el desempeño presentado por el estudiante durante su práctica. Por lo tanto, es necesario conocer que la observación, la entrevista, la encuesta, los proyectos, el portafolio, diarios de clase, el mapa conceptual y en contrato didáctico, son técnicas empleadas en la evaluación educativa, por lo que se detallan a continuación.

La observación se define, según Tenbrink (2002) citado por Rojas (2016, p. 226) como la detención de elementos significativos de un resultado o producto mediante la observación y la escucha. Castillo y Cabrerizo (2010) citados por Rojas (2016, p. 226) la señalan como una técnica que aporta una variedad de datos confiables donde el estudiante es evaluado sistemáticamente. Con ello, la persona docente recibe datos referente a las capacidades del aprendiz en términos de conceptualización, procedimiento y actitud. Algunos ejemplos susceptibles a la técnica de observación son la lectura, el habla, los hábitos de estudio, intereses, adaptación social y el liderazgo.

La técnica mencionada anteriormente, ocurre de tres formas. La primera por destacar es la forma casual, la cual hace alusión a la que ocurre sin planificarse durante la clase y la persona docente considera que debe registrarse. La segunda manera, es la más recurrente y es planificada para toda actividad evaluativa; se considera tanto en los procesos como en los productos durante la obtención de la información, de manera que se le denomina como intencional o estructurada.

La última forma en la que ocurre la observación es la focalizada, referida a la elección específica del proceso que se requiere observar (Rojas, 2016, p. 226).

La observación puede ser participativa o no participativa, desde el punto de vista de la persona que observa para obtener información. Así se considera participativa si la persona observadora interactúa con el sujeto observado y no participativa cuando la persona observadora no influya o se limite al registro de datos. Finalmente, para que la observación sea efectiva y eficaz, los instrumentos deben estructurarse apropiadamente al tipo de acción que se pretenda observar en un tiempo establecido, para su posterior análisis e interpretación (Rojas, 2016, pp. 226-227).

Otra técnica evaluativa con que se puede recopilar información de la persona estudiante es la entrevista; la persona docente desea conocerle mejor durante el proceso educativo, principalmente desde el campo actitudinal y afectivo. Esta técnica puede ocurrir de manera informal o no estructurada, la cual es poco probable, debido a la cantidad de estudiantes que la persona docente suele tener a su cargo y se requiere una conversación cara a cara. Así, llega a ser más factible realizar entrevistas estructuradas, para recopilar información del estudiante, a través de una serie de preguntas cerradas y algunas abiertas (Rojas, 2016, p. 227). Esto llega a ser una técnica frecuente en las evaluaciones de tipo diagnóstico.

Existen otros métodos similares al anterior, señalados por Rojas (2016, p. 227) como importantes para reunir información pertinente a opiniones, actitudes y creencias del estudiante: las encuestas, test o escalas. Estos aportan ventajas respecto a la aplicación total de los estudiantes. Sin embargo, puede aportar información que no brinde lo que realmente se piensa.

La segunda técnica de evaluación se conoce proyectos. Gregori (1999) citado por Rojas (2016) los define como “una actividad extensa que puede tener un carácter interdisciplinario y que se puede presentar como actividad muy abierta o más estructurada” (p. 228). De forma que se comprenden como acciones que hacen énfasis en un tema o en una problemática particular, donde se trabaja durante una clase y se abarca un tiempo determinado fuera de ella.

Los proyectos producen que la evaluación formativa sea altamente valiosa, tanto para la persona estudiante como para el cuerpo docente, ya que simboliza la comprensión de la

problemática, implica la búsqueda y la distinción de la información, permite organizar el trabajo y repartir tarea en un tiempo determinado, incluye la resolución del problema, permite presentar resultados, entre otros. Por tanto, se da cabida al desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales, las cuales fomentan a su vez, la autoevaluación, la coevaluación y el aprendizaje independiente (Rojas, 2016, p. 228).

Es conveniente destacar la técnica evaluativa del portafolio. De acuerdo con Rojas (2016) es “una colección de trabajos del estudiantado que muestra la evolución y la mejora del aprendizaje en un periodo determinado. Por ello se llama también carpetas de evidencias o carpetas de construcciones” (p. 228). Lo anterior indica que, dentro de una determinada asignatura, se realiza una recopilación de importantes elaboraciones producidas por el grupo de aprendices, para la formación de conocimientos en la que dichas elaboraciones hacen demostración del proceso.

Algunos ejemplos que forman parte de esta técnica son los trabajos ejecutados en la clase, apuntes, material proporcionado por el docente, proyectos, pruebas y trabajos extraclase. Los portafolios pueden elaborarse en línea por medio de un espacio digital. Así mismo, Rojas (2016, pp. 228-229) recalca como necesario que la persona conozca con claridad los indicadores y los criterios para su respectiva evaluación. Lo anterior evidencia que los proyectos permiten un desarrollo valioso de la autoevaluación y la coevaluación, cooperan, además, con el aprendizaje independiente del estudiantado y con la realimentación y la orientación de los aprendizajes posteriores por parte de la persona docente.

Como cuarta técnica de evaluación, Rojas (2016, p. 229) describe a los diarios de clase como un seguimiento donde se anotan descripciones, interpretaciones y valoraciones de lo que ocurre durante las interacciones diarias. La ventaja del diario de clase es que posibilita el intercambio de puntos de vista desde la visión del estudiantado y del docente, favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje y a su vez, permite constatar el clima de la clase y la conducta de los aprendices.

En este mismo sentido, se debe conocer al mapa conceptual como una técnica provechosa para la evaluación de contenidos, donde se pretende que la información generada por el aprendizaje sea significativa. Por lo tanto, dicha información debe presentarse con lógica y

coherencia, bajo la interconexión de conceptos básicos establecidos por nivel jerárquico que abarque desde lo general a lo particular (Rojas, 2016, pp. 229-230).

Para ahondar en la comprensión de las diferentes técnicas evaluativas, Rojas (2016, p. 230) indica que el contrato didáctico, radica en un acuerdo que relaciona aspectos de acción didáctica entre el docente y el estudiantado; así, su cumplimiento recae en una evaluación pertinente y significativa. Es así como se impulsa la autoevaluación del estudiante, donde este debe tener claridad en cuanto a lo que debe saber y hacer para conseguir las competencias esperadas en el proceso.

De tal manera, con lo desarrollado en esta sección se puede reflexionar que el proceso de evaluación de aprendizajes, a nivel universitario, demanda de una estructuración que requiere de criterios, objetividad y participación, pues constituye la oportunidad de garantizar que efectivamente lo señalado desde los planes de estudio y mediación andragógica ha sido efectivo en la construcción de los aprendizajes de las personas estudiantes.

### **Evaluación de Programas y Planes de Estudios**

En esta sección se procede a exponer sobre la evaluación de programas y planes de estudio. En ese sentido, para que ocurra el desarrollo de una carrera universitaria es necesaria la creación de un plan de estudio, el cual requiere sea evaluado, ya sea durante su establecimiento o cuando necesite actualizarse para fomentar la confiabilidad y validez, como un respaldo para la carrera y el plan. Roldán (2005, p. 111) señala que la evaluación de un plan de estudio posibilita el descubrimiento de aspectos que deben ser actualizados, así como aquellas fallas, debilidades y actualizaciones en consonancia con el desarrollo científico y tecnológico. Además, es necesario que en el plan de estudio contemple las demandas sociales a las cuales el estudiante se enfrentará como profesional.

La evaluación de programas y planes de estudio permite observarse como una forma de investigación donde participa todo el colectivo educativo (estudiantes, profesores, directores, representantes de la sociedad civil, egresados, gremios, empleadores y administradores) para dirigirla hacia el conocimiento de sus fortalezas y debilidades. Con ello, se permite constituir

juicios de valor que plantean mejoras en los planes para cubrir las necesidades en cuanto al ámbito social y a la formación académica (Roldán, 2005, p. 114).

Mediante la recolección, análisis e interpretación de datos sobre una actividad definida, con la evaluación se establecen decisiones provenientes de la emisión de los juicios. Roldán (2005) señala que permiten los “ajustes de temáticos, reorientación de objetivos, reformulación de perfiles, selección y reorganización de recursos, entre otros temas” (p. 114). Por lo tanto, lo anterior indica que la evaluación de los planes de estudio propone las opciones viables de reorientación en cuanto a las acciones y los trabajos hacia quien los aplica; a su vez, se adecua a los cambios de la sociedad y al fortalecimiento de la formación cultural.

La evaluación de los planes de estudio brinda la oportunidad de dar cabida a la innovación de las nuevas metodologías y tecnologías que favorecen el proceso de aprendizaje. Roldán (2005, p. 114) señala que se facilita el surgimiento de proyectos para el desarrollo de los planes de estudio y que el estudiantado evolucione. Lo anterior permite comprender que, para poder juzgar el nivel de logro, la evaluación posee parámetros cuantitativos y cualitativos, los cuales reflejan la toma de decisiones para ejecutar los cambios necesarios. Aunado a ello, posibilita la verificación de la productividad, la eficacia y la pertinencia del plan de estudios en discusión.

La práctica de la evaluación de planes de estudio debe ser permanente dentro del proceso curricular para hallar las actualizaciones requeridas. Así, la evaluación debe incluir en el proceso dos etapas. De acuerdo con la Universidad Estatal a Distancia (UNED) (2021) la primera etapa se refiere a la evaluación interna, encargada del análisis y de la reflexión sobre los elementos del currículo que influyen de manera directa o indirecta, tales como “académicos, especialistas de la disciplina, estudiantes, materiales educativos y acceso a los recursos por parte de los estudiantes” (p. 130). En cuanto a la evaluación externa, la institución hace referencia a la actuación en los egresados, las organizaciones profesionales y los empleadores, es decir, el impacto social, el cual fortalece el proceso de orientación de los planes de estudio y con el ello el ofrecimiento de una adecuada práctica educativa habitual.

### **Docencia de la toxicología desde la formación profesional en farmacia**

En este apartado se busca enlazar los dos ejes medulares de este estudio, la docencia y la toxicología; para ello es necesario comprender el significado de docencia. La Real Academia

Española (2021) la define como la práctica y ejercicio de las personas que se dedican a la enseñanza. Bajo esta premisa, Vergara (2016, p. 75) caracteriza a la práctica docente como dinamista, debido a los cambios incesantes; así como contextualizada, porque se ofrece en un lugar y compleja porque el alcance de comprensión ocurre de acuerdo con el tiempo y espacio. Inclusive, este autor menciona que se le ha considerado como una forma de praxis, debido a que tiene rasgos de cualquier actividad, la cual se encuentra definida sobre una realidad, bajo el soporte con diferentes medios y recursos. No obstante, la desigualdad entre la práctica docente y la praxis radica en la inserción de la conciencia y la racionalidad de los cambios estimulados de manera que se obtienen finalidades bien definidas.

Por lo tanto, la práctica docente es un ejercicio social con amplia complejidad, donde se seleccionan distintos puntos de vista y aspectos parciales que en determinado momento influyeron en el sistema educativo. Lo anterior permite abarcar lo indicado por Vergara (2016) al referir que “la práctica docente está condicionada por la estructura social, institucional y por opciones de valor, de carácter ético-moral, donde el significado de los intercambios que en ella se producen define el sentido y la calidad de su desarrollo” (pp. 75-76).

De este modo, se logra identificar que la persona facilitadora del proceso de aprendizaje adquiere diversas responsabilidades con las instituciones y con las personas aprendientes. De forma que debe valorar su profesión como individuo que brinda educación en beneficio del desarrollo humano integral, impulsando diversas inteligencias y capacidades en distintos entornos para la vida personal y social, abarcando acciones éticas y afectivas (Romero, Rodríguez y Romero, 2013, p. 36).

Para profundizar lo anterior, la profesión docente aporta una representación educativa importante en el desarrollo de las naciones y en el bienestar del mundo, ya que su intervención dentro de las instituciones de educación garantiza la formación, en cuanto a las nuevas exigencias, de seres humanos que respondan a una sociedad que se anhela. Sin embargo, el proceso formativo no solo depende, únicamente de la práctica docente, sino que, además, del colectivo que engloba el interior educativo institucional (Romero et al., 2013, pp. 35, 36).

Los profesionales de la educación deben, dentro de una convivencia democrática, aumentar en las personas estudiantes sus capacidades intelectuales, favoreciéndolos de aprendizajes valiosos, de forma que implique el desarrollo del pensamiento crítico y científico. La acción responsable de docente dirija a los futuros profesionales hacia la necesidad del

aprendizaje continuo a lo largo de su vida y con ello, participar de forma integral en el planeta. En este sentido, Romero et al. (2013, p.35) señalan que, bajo la circunstancia anterior, la profesión en docencia implica una situación de mayor complejidad, pues deben prepararse más allá de su formación inicial y de su propia experiencia para estar acorde con las exigencias que demanda la sociedad.

Sobre el argumento anterior se puede mencionar la reflexión de Calderón (2019, p. 100), respecto a las competencias que se espera la persona docente posea en cuanto a la actualización de sus conocimientos para el abordaje educativo adecuado. Calderón (2019) señala:

La actualización es una decisión del educador que proviene de una necesidad dentro de sí mismo y por lo tanto debe ser él quien dé las pautas a seguir para el aprovechamiento de los diferentes recursos y talentos. Las universidades y las autoridades correspondientes pueden contribuir en el mejoramiento de su educación, pero en el fondo la responsabilidad de ser eficaz en su labor será siempre personal. La calidad de la educación no es responsabilidad solo del ente empleador sino de todos (p. 100).

Lo indicado anteriormente permite razonar en cuanto a la educación continua que una persona docente debe mantener, igual como se pretende con el estudiantado; para facilitar los conocimientos correspondientes al ámbito profesional, también se hace necesaria la comprensión de habilidades requeridas por la población estudiantil y las naciones, para la construcción del aprendizaje.

Para Vicedo (2015, p. 425) las instituciones académicas que ofrecen la calidad, deben enfocar su atención en la formación de la persona docente, para que con ello exista una adecuada formación, dominio de contenidos temáticos y del conocimiento pedagógico del contenido, puesto que la docencia de calidad proveniente de buenos profesores es insustituible por ciertos aparatos electrónicos, de manera que estas personas tienen el compromiso de producir el conocimiento y las capacidades comprensibles para los estudiantados.

### **Enseñanza de la toxicología a nivel internacional**

A partir de la reflexión anterior que desarrolla los alcances de la educación, es clave proceder con la comprensión de lo que es la enseñanza de la toxicología. Se ha encontrado en el transcurso del tiempo ciertas dificultades concernientes a la implantación dentro de los estudios en las universidades. Fue hasta 1982 cuando la OMS estimuló, por medio de la publicación del

Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS), la importancia de que los gobiernos se responsabilizaran por la formación en toxicología.

A raíz de ello, en diferentes sitios enfocados en la educación se inició la organización de cursos, postgrados y programas especiales en diversas universidades, entre otros entes. No obstante, Repetto y Repetto (2009, p. 18) indican insistentemente importancia de la docencia de la toxicología a nivel de pregrado; esta debía extenderse a toda aquella carrera relacionada con el ámbito sanitario, las ciencias de la salud, alimentaria y ambiental. Así como las ingenierías industriales y agronómicas, las cuales han implicado el proceso de fabricación, manipulación y uso de sustancias químicas.

Lo anterior, abrió paso para que los estudios universitarios relacionados a la toxicología, formaran parte de las facultades españolas de Farmacia, Medicina y Veterinaria, de manera que a nivel de Licenciatura de Farmacia adquirió un carácter troncal para el año 1997, con el objetivo de introducir en el futuro profesional los aspectos más importantes de dicha asignatura (Repetto y Repetto, 2009, p. 19).

Los nuevos avances ocurridos en las bases científicas de las ciencias de la vida permiten dirigir a la toxicología hacia distintas posiciones en la actualidad. Repetto et al., (2001) este hacen referencia a “los avances en biología molecular, la biología del ciclo celular y muerte celular e inducción de cáncer, relaciones biológicas en ecosistemas y bases molecular de la biodiversidad” (p. 146).

Del mismo modo, los autores mencionan sobre los progresos de la tecnología experimental que se extiende hacia métodos analíticos sensibles y seguros, así como el resultado de biomarcadores mediante técnicas bioquímicas e inmunológicas. Además, se hace referencia a la evaluación de riesgos, a raíz de la gran sensibilidad por parte de la sociedad en cuanto a temas de seguridad química, lo cual conduce a que las autoridades de cada nación impongan un amplio “desarrollo de normativas técnicas de evaluación de toxicidad, evaluación de exposición, caracterización de riesgo y toma de decisiones” (Repetto et al., 2001, p.146).

Repetto et al. (2001, p. 146) reflexionan sobre la profundización y la orientación hacia una enseñanza en toxicología, fundamentada en la solidez de las bases científicas y tecnológicas actuales para aquellas licenciaturas de las ciencias biosanitarias que ya incluyen la asignatura de Toxicología en sus planes de estudio, tales como la Medicina, Veterinaria, Farmacia y Ciencias ambientales.

De esta manera, los contenidos básicos y fundamentales de la toxicología son necesarios e irrenunciables para la formación de profesionales en salud, a fin de que posteriormente a la licenciatura se siga una rama específica que compone a la toxicología (forense, clínica, analítica, entre otras). La toxicología ha venido dando paso desde lo descriptivo a lo mecanicista, lo cual permite la interpretación de los efectos tóxicos anticipados a nivel molecular y genera la atención del comportamiento biológico molecular de la apoptosis como ruta ante la afección de tóxicos o previo a la necrosis. Así, abarcaría el espacio para la comprensión sobre la toxicidad sistémica que ocurre a nivel de órganos y aparatos, incluyendo la carcinogénesis y la teratogénesis (Repetto et al., 2001, p. 146).

Por otra parte, el conocimiento sobre los efectos de la exposición con sustancias químicas a bajas concentraciones permite dar cabida a la enseñanza de una tendencia de la toxicología denominada *evaluación de riesgos o toxicología preventiva*, a fin de difundir como profesional una cultura científica toxicológica donde la sociedad pueda captar el riesgo proveniente de una evaluación cuantitativa. Además, la enseñanza práctica en la que penetra el razonamiento analítico conduce hacia la utilización de programas informáticos, de modo que sean accesibles desde el internet, con la finalidad de realizar simulaciones sobre la evaluación de riesgo, o bien ejecutar ensayos de toxicidad tomando en cuenta los supuestos teóricos (Repetto et al., 2001, pp. 146-147).

Así, se ha observado que el establecimiento de la asignatura de Toxicología dentro de los planes de estudio de las Ciencias Farmacéuticas ha ido tomando fuerza en las diversas facultades de distintos países. Sobre ello, Guevara, Amaro y Romero (2008, pp. 4-5) expresaron que, al menos desde la experiencia de Chile, se imparte dicha asignatura en las licenciaturas de Farmacia y Medicina, de forma que una vez graduados, específicamente los profesionales farmacia tiene la posibilidad de continuar su Maestría en Toxicología Alimentaria y Ecotoxicología. Los mismos autores señalaron que en países y regiones como Europa, Latinoamérica, Japón y Estados Unidos existen puntos de vista importantes en cuanto a la enseñanza de la toxicología, destaca la participación de toxicólogos de Alemania, Holanda, Italia, Portugal y Reino Unido para nutrir de forma evidente el conocimiento de las diversas tendencias toxicológicas en Europa, que van desde los cursos de pregrado universitario hasta cursos impartidos en los hospitales.

La relevancia del aprendizaje toxicológico a nivel de pregrado y postgrado en la carrera de farmacia se hace trascendental en la actualidad para las naciones, debido al aumento en

cantidad de sustancias químicas que están siendo comercializadas, lo cual provoca un impacto sobre salud de las personas y el ambiente (Guevara et al., 2008, p. 5). Lo anterior evidencia la importancia del futuro profesional farmacéutico, quien debe adquirir los conocimientos fundamentales de la toxicología y que además obtenga un aprendizaje de acuerdo con las necesidades de la sociedad.

En otras posibilidades en la enseñanza de toxicología para el actual siglo y desde la carrera de Farmacia, Hernández (2002, p. 25) indicó distintas temáticas o descriptores donde el farmacéutico puede desenvolverse como experto. Una de ellas es la evaluación de la toxicidad, encaminada hacia nuevos medicamentos que fabrican las compañías farmacéuticas. Así, el profesional en farmacia logrará profundizar los criterios de seguridad a nivel preclínico que deben considerarse en la experimentación animal e in vitro, así como el conocimiento que enrumba hacia la racionalización de los recursos económicos y la armonización de esta actividad en concordancia con las exigencias internacionales.

De la misma forma, la asignatura debe mantener la temática del fenómeno tóxico, incluido sus fases y su toxicidad dentro de la enseñanza. Con respecto a la toxicología analítica, Hernández (2002, p. 26) lo considera como un descriptor aprovechable para la formación del farmacéutico, a fin de obtener la resolución de problemas tóxicos utilizando muestras biológicas y no biológicas. Durante el proceso educativo de la carrera de Farmacia, se ha implicado el uso de técnicas instrumentales y fisicoquímicas que posicionan al futuro profesional en un sitio adecuado para el abordaje eficaz de los problemas analíticos que hacen relación con las sustancias químicas.

Otra temática importante para el abordaje desde la toxicología, Hernández (2002, p. 26) señala a la toxicidad de los medicamentos dentro del proceso de aprendizaje en el farmacéutico. A manera de ejemplo, se razona sobre el abordaje en pacientes con alguna determinada insuficiencia para el metabolismo de fármacos, de los cuales una dosis terapéutica para un paciente sano puede convertirse en una dosis tóxica para un paciente con hepatopatía. De manera que se puede discernir los efectos toxicológicos de los efectos farmacológicos. Por lo tanto, es importante que para esta temática exista una correcta comunicación entre docentes de las distintas asignaturas, en especial la farmacología, para evitar una repetición de conocimientos a menos que se desee una mejor asimilación de los conocimientos.

Finalmente, la enseñanza de la toxicología como disciplina académica, es fundamental para la protección de la humanidad y del medio ambiente; así lo mencionan Wallace et al. (2016, p. 254) al referir lo publicado por la Federación de Toxicólogos Europeos y Sociedades Europeas de Toxicología (EUROTOX) a fin obtener la seguridad necesaria para el consumo y empleo diario de alimentos, fármacos, pesticidas y productos industriales.

En Europa se enfatiza la necesidad académica, por parte de los gobiernos, para formar profesionales en toxicología y con ello erigir parte de los comités que buscan mantener un entorno seguro mediante el ofrecimiento de información toxicológica acertada. A su vez, se incita hacia la investigación científica básica en toxicología, para la correcta evaluación de riesgos surgidos del desarrollo de fármacos, productos químicos y materiales. Por lo tanto, la investigación y la enseñanza son aspectos clave que la EUROTOX considera deben fortalecerse para el ofrecimiento de respuestas y soluciones del desarrollo sostenible y la innovación de nuevos productos químicos (Wallace et al., 2016, p. 254).

### **Enseñanza de la Toxicología en Costa Rica**

En este apartado se procede a desarrollar una reflexión en torno al modelo de enseñanza de toxicología desarrollado en Costa Rica. Lo importante de recalcar es que esta enseñanza está representada a nivel universitario, desde los planes de estudio de las distintas Facultades de la Ciencias de la Salud. Del mismo modo, se ha logrado transmitir el conocimiento toxicológico desde el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional de Costa Rica (IRET-UNA). Se busca profundizar sobre los entes que imparten el conocimientos relacionado con la toxicología y se procede a realizar una breve descripción de estos, a continuación.

Se destaca el Departamento de Análisis Clínicos ubicado dentro de la Facultad de Microbiología de la UCR, enfocado en temas relacionados a toxicología. Dicha unidad ofrece la formación de aprendices relacionados con los principios básicos de la toxicología clínica, de forma que trasciende sobre el estudio de intoxicaciones humanas a partir de la detección, diagnóstico y seguimiento de casos. De ello se comprende, entonces, la búsqueda, por parte del aprendizaje, que la función del microbiólogo químico clínico se enfoque en el monitoreo de drogas terapéuticas, la toxicología forense y ocupacional, así como la ejecución y análisis de laboratorio, de forma que se asegure la calidad durante la corroboración de los estudios toxicológicos de los casos clínicos (UCR, 2021, párr. 6-7).

En relación con lo anterior, el país cuenta con el IRET-UNA, que se presenta como un centro de investigación, el cual se “encuentra involucrado con el desarrollo sostenible, la protección y conservación de los ecosistemas naturales, la calidad de vida de los trabajadores y de la sociedad afectados por las sustancias tóxicas y otras actividades humanas” (párr. 1). De manera que el IRET-UNA tiene la capacidad como fuente primaria de brindar información a las entidades tanto gubernamentales como no gubernamentales en cuanto a temáticas sobre sustancias tóxicas y sus consecuencias para el medio ambiente y la salud de los humanos (IRET-UNA, 2012).

En cuanto a la enseñanza sobre los aspectos toxicológicos que ofrece el IRET-UNA, este tiene un apartado de docencia, donde muestra la atención a estudiantes que, en su mayoría, pertenecen a la UCR, UNA, UNED e Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Allí se observa que la población estudiantil puede optar por cursos, direcciones de tesis y pasantías en investigación. Dentro de los cursos de educación formal, destaca la maestría en ecotoxicología tropical, así como cursos de pregrado y posgrado de ecotoxicología, toxicología ambiental y plaguicidas salud ambiente y genética, para los estudiantes de la UNA. En cuanto a la educación continua, el IRET-UNA ofrece a profesionales nacionales y extranjeros cursos como Ecotoxicología Acuática, Evaluación de Riesgo, Toxicología y Vida Silvestre y Métodos numéricos en ecotoxicología (IRET-UNA, 2012, párr. 1-2).

A su vez, se debe mencionar que el curso de Toxicología está presente en los planes de estudio de las principales universidades que imparten ciencias de la salud en Costa Rica. Entre estas, la UCR (tanto en la carrera de Farmacia como en Medicina); se identificó también en la UIA (UIA, 2021b); en la Universidad Latina de Costa Rica (Universidad Latina, 2021); en la Universidad Iberoamericana (UNIBE) (UNIBE, 2021); en la Universidad de las Ciencias Médicas (UCIMED) (UCIMED, 2021).

Con ello se puede reflexionar que, desde la UIA, la asignatura de Toxicología forma parte troncal del plan de estudios de la carrera de Farmacia y tiene como objetivo el desarrollo de aptitudes para que el estudiante pueda enfrentarse a situaciones tóxicas relacionadas con medicamentos, productos químicos o sustancias peligrosas que afectan la salud. Así, por medio de la teoría y la práctica el futuro profesional logrará obtener los conocimientos sobre dosis tóxicas de los fármacos, sintomatologías por intoxicaciones y su respectivo manejo, para un efectivo proceder en el campo comunitario, industrial y hospitalario (UIA, 2020).

Con lo anterior, se puede reflexionar que la Escuela de Farmacia de la UIA prepara al estudiante mediante la ampliación del conocimiento para actuar frente estados de toxicidad, los cuales se pueden presentar en el futuro desde diferentes entornos que comprende la farmacia. La importancia del aprendizaje en cuanto a material toxicológico dirige hacia la formación de profesionales que actúen con responsabilidad en pro de seguridad y de la protección de salud humana. Este aspecto es la finalidad del presente estudio ampliar para un mejor análisis en el fortalecimiento de la visión disciplinar de la carrera en esta materia.

Por su parte, el Reglamento de Especialidades Farmacéuticas (2010) ubica a la toxicología dentro de las ciencias biomédicas y la califica como una especialidad farmacéutica en el artículo noveno del capítulo III del Reglamento de Especialidades Farmacéuticas (párr. 25). De forma que el farmacéutico puede extender y precisar sus habilidades y destrezas una vez culminado su estudio de grado en Farmacia (párr. 25).

### **Propósitos generalizados de la enseñanza de Toxicología**

Una vez comprendidas algunas de las características generales del proceso de enseñanza de la toxicología, es clave hacer énfasis en los propósitos generalizados que se pretende que el estudiante adquiera sobre esta. Ante lo cual, según detalla Torres (2006, p. 11) se espera la formación de conocimientos para ofrecer solución a los problemas de salud que son causados por sustancias que son empleadas en diferentes entornos como la salud, laboral, ambiente, alimentos e inclusive desde el ámbito delincriminal. Estos entornos determinan la etiología de las intoxicaciones y las distintas áreas en que se desenvuelve esta disciplina.

A raíz de que el futuro profesional en farmacia alcanza durante su carrera el entendimiento de aspectos fisicoquímicos, biológicos, analíticos y matemáticos, esto hace que sea impulsado hacia el desenvolvimiento en el campo toxicológico. De acuerdo con Torres (2006, p. 11) la adecuada formación le permitiría al estudiante, junto con los conocimientos desde la toxicología, cooperar con actividades tales como la identificación y caracterización de sustancias tóxicas, conocer su mecanismo de acción y detectar y monitorizar biológica y ambientalmente mediante la utilización de metodologías analíticas. A su vez, posibilitaría el ofrecimiento de alternativas para la prevención y tratamiento provocado por sustancias tóxicas, efectos orgánicos y fisiológicos.

Para complementar lo anterior, se resalta lo considerado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) (s.f.) en el *Libro Blanco* para la formación de

titulados en Farmacia, pues enuncia ciertas capacidades que el estudiante de farmacia debe obtener en relación con la toxicología. Inicialmente se destaca que el futuro profesional en Farmacia debe perseguir la capacidad de “evaluar los efectos toxicológicos de sustancias y diseñar y aplicar las pruebas y análisis correspondientes” (p. 195). De manera que, debe garantizarse que el estudiante reciba los contenidos vinculados con los siguientes aspectos toxicológicos para su conocimiento, habilidad y criterio en:

- Acción de los tóxicos relacionados con la naturaleza, mecanismos, efectos, así como de los recursos en caso de intoxicación.
- Técnicas analíticas relacionadas con el diagnóstico de laboratorio, tóxicos, alimentos y medioambiente.
- Evaluación de los efectos toxicológicos de sustancias para el diseño, aplicación y análisis de pruebas.
- Evaluación de los riesgos asociados al tratamiento farmacológico, al empleo de sustancias químicas y procesos de laboratorio (ANECA, s.f., p. 196).

Además, es claro que la persona profesional farmacéutica asume diversas tareas en las que requiere de los conocimientos toxicológicos para desenvolverse en el ámbito laboral. Una de ellas es observar las reacciones e interacciones medicamentosas. Al mismo tiempo, desde el hospital, el farmacéutico debe ofrecer el asesoramiento a los médicos sobre las intoxicaciones atendidas, a nivel de laboratorio clínico, el profesional en farmacia debe reconocer los niveles plasmáticos y su relación con la sintomatología del paciente que presenta la intoxicación, o bien que se encuentra con un tratamiento farmacológico (Universidad Católica de Murcia, 2019).

Asimismo, desde el entorno de los laboratorios farmacéuticos, el profesional debe ejecutar ensayos de toxicidad aguda y crónica, mientras que, a nivel industrial, la manipulación de productos que son considerados peligrosos y la exposición a las sustancias químicas, conlleva a que el futuro farmacéutico obtenga las bases necesarias desde la asignatura de Toxicología para su correcto proceder (Universidad Católica de Murcia, 2019).

Por lo tanto, el estudiante de la carrera de Farmacia debe adquirir conocimientos sobre los fundamentos y principios de la Toxicología, la etiología generalizada de las intoxicaciones y su respectivo tratamiento. Además, debe lograr su compromiso con la determinación de los criterios

de toxicidad, distinguir los procesos toxicocinéticos y los mecanismos de acción tóxica que generan los productos químicos. La descripción y evaluación básica de los bioensayos toxicológicos para determinar la seguridad de los fármacos y los xenobióticos, también debe considerarse en su aprendizaje, así como los mecanismos de toxicidad, las medidas preventivas y tratamientos referentes a las sobredosificaciones causados por los principales grupos terapéuticos, iatrogénicos (Universidad Católica de Murcia, 2019).

De la misma forma, el estudiantado en Farmacia debe saber acerca de los tóxicos medioambientales más destacados, tomando en cuenta los aspectos como origen, bioacumulación, antídoto y formas de prever la contaminación ambiental. Aunado a ello, es significativo que el estudiante conozca la función de las agencias que regulan en materia toxicológica y medicamentosa para que, posteriormente, comprenda acerca de la evaluación de riesgos por consecuencia del uso de fármacos, drogas de abuso, consumo de alimentos y tóxicos que son liberados al ambiente para asegurar la salud de las personas y del medio ambiente (Universidad Católica de Murcia, 2019).

### **Vinculación de los diseños curriculares con las prácticas profesionales en Toxicología.**

En este subapartado se busca presentar la comprensión de lo que implica la vinculación de los diseños curriculares con las prácticas profesionales propiamente en Toxicología. Para ello, cabe recalcar el hecho que los diseños curriculares deben tomar como base la intención que tenga la sociedad, la ciencia y el educando (Ciscar, 1992, p. 1) citado por Rojas (2016, p. 11). Por lo tanto, la universidad debe velar por que el estudiante de educación superior obtenga los conocimientos necesarios para que satisfaga los requerimientos de la sociedad. Por ello es importante que, desde la carrera de Farmacia, se tome en cuenta que los diseños curriculares deben alcanzar a responder a las preguntas ¿qué enseñar?, ¿cuándo enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿qué, cómo y cuándo evaluar?, las cuales son recalçadas por Rojas (2016, p. 12).

Evidentemente, la interrogante de qué enseñar en Toxicología, ofrece la construcción del objetivo general que la asignatura pretende desarrollar durante el aprendizaje del estudiante. El estudiante obtendrá los contenidos necesarios que direccionarán a la solución de diferentes cuestiones que están relacionadas con el análisis, manejo y prevención de situaciones tóxicas desde los diferentes entornos en los que puede desenvolverse el profesional de las ciencias farmacéuticas, con el fin de mantener el resguardo de las personas y del medioambiente.

Es importante que los contenidos que brinden el conocimiento toxicológico gocen de un ordenamiento, organización y secuencia. Esto permite que el estudiante cuente con la integración de los conocimientos provenientes de otras asignaturas, para luego dar lugar a una visión general de la toxicología. Posteriormente, abrirá rumbo hacia la comprensión de los métodos analíticos, mecanismos de acción tóxicos que producen la sintomatología y afección orgánica, conocimiento de los medicamentos, metabolitos y productos o sustancias peligrosas que pueden transformarse en tóxicas debido a las sobredosis o exposiciones respectivamente. De manera que el estudiante finalmente establezca sus criterios que darán acción al abordaje y evaluación de los riesgos ante las posibles las intoxicaciones, haciendo de esta forma el cumplimiento de la interrogante sobre cuándo enseñar.

Para llevar a cabo los criterios anteriores, es importante que el diseño curricular implemente los recursos de aprendizaje adecuados para que los contenidos de toxicología sean atractivos, productivos y más importante aún, conforme a los criterios y habilidades que la futura persona farmacéutica necesita para enfrentarse desde los diferentes sectores laborales. Es indispensable que el cómo enseñar impulse al estudiantado hacia un desarrollo responsable de conocimientos que se adecuen a las necesidades desde un panorama que implique su actuar para el bienestar de las naciones y del mundo.

En cuanto a la evaluación, se hace indispensable para emitir un juicio acerca del cumplimiento de metas que direccionan hacia un adecuado perfil de salida en el estudiante. Por lo tanto, el estudiantado que se compromete con los objetivos del plan de estudio de toxicología logra adquirir dichas habilidades a nivel cognitivo e intelectual.

Es importante considerar en este apartado que el personal docente requiere dominar los contenidos en toxicología y poseer un conocimiento oportuno y actualizado de las metodologías de aprendizaje, a fin preparar profesionales para competir con las exigencias de la sociedad, para seguir lo expuesto por Badilla et al. (2018) en cuanto a que “Tener personal farmacéutico competente y capaz depende de la capacidad de la formación académica y la docencia de quien enseña y entrena al estudiantado” (p. 3). De manera que, existe una relación directa entre la formación de calidad en persona farmacéutica con respecto a la calidad en los servicios de la salud.

## **Principales tendencias en la enseñanza de toxicología**

En esta sección se procede con la exposición de un listado de tendencias que se han identificado a nivel de enseñanza de Toxicología, Para ello, es clave primero presentar la definición de tendencia, para lo cual la Real Academia Española (2021) la define como la “propensión o inclinación en las personas y en las cosas hacia determinados fines” (párr. 1). Por lo que desde la enseñanza se puede comprender como la inclinación o dirección hacia un determinado tema o contenido que debe ser impartido para la construcción de los conocimientos.

Al partir de que la Toxicología es una ciencia multidisciplinar, se dará lugar en los siguientes apartados, a las tendencias de especial consideración para el reconocimiento de los diferentes contenidos relacionados con la Toxicología, transmitidos para el aprendizaje de los estudiantes de Farmacia, desde los distintos planes de estudios provenientes de las universidades tanto internacionales como nacionales. Esto permitirá comprender las tendencias para dicha profesión en el desarrollo de habilidades y criterios dentro del campo toxicológico.

### **Tendencias en Toxicología Investigativa**

La primer tendencia considerada es la toxicología investigativa, la cual se considera como una área que se sustenta de los métodos de investigación y su respectiva validación para el estudio de los agentes tóxicos (Beber, 2013, p. 53). Según explica Beilmann et al. (2019, p. 3030), esta tendencia, es relevante para las autoridades reguladoras en la toma de decisiones que se relacionan con la seguridad para dar cabida al proceso regulatorio.

Se puede destacar que la toxicología de investigación busca detallar la eliminación de riesgos y evidenciar, en un sentido mecanicista, las toxicidades. Así que se toma como base de la industria farmacéutica. Beilmann, et al. (2019), definen a la toxicología investigativa, desde un tratamiento holístico, como:

la disciplina complementaria a la 'toxicología regulatoria' que incluye todos los aspectos de las investigaciones científicas sobre candidatos a fármacos, comenzando con la detección selección de compuestos tolerables (enfoque prospectivo) y conduce a la elucidación mecanicista de los efectos adversos observados en las fases preclínica o clínica (enfoque retrospectivo) (p. 303).

A pesar de que la definición se trata desde el desarrollo de medicamentos, las bases que fundamentan el área de la investigación toxicológica pueden trasladarse a otras industrias como la

alimentaria y la agroquímica, pues se busca establecer la evidencia para el planteo de metodologías innovadoras. Además, ofrece el apoyo para la toma de decisiones tempranas en materia toxicológica, a fin de brindar seguridad en el uso o exposición de productos que pueden ser perjudiciales para la humanidad y el medioambiente.

Es este sentido, con el bajo rendimiento y el alto costo de las evaluaciones in vivo y al tomar en cuenta el cumplimiento de los principios relacionados con el bienestar animal, denominado 3R (Reemplazo, Reducción y Refinamiento), ha venido ocurriendo la transición de la toxicología descriptiva a una mecanicista. De esta forma, la toxicología investigativa habilita el espacio para el uso de nuevas tecnologías dirigidas a la predicción de la respuesta humana. Entre ellas se puede mencionar a la *in silico*, *in vitro*, e incluso a la *in vivo* mecanicista. Así, la toxicología investigativa tiene como finalidad el mejoramiento de las decisiones preclínicas y clínicas, de lo cual es clave que mediante esta tendencia, se identifiquen los desafíos y las perspectivas para cumplir con el objetivo (Beilmann et al., 2019, p. 289).

En cuanto a los desafíos y perspectivas, Beilmann et al. (2019, p. 292) indican que la toxicología investigativa debe profundizar en una serie de vacíos sobre el conocimiento mecanicista de las reacciones adversas medicamentosas (RAM). A su vez, enfrenta retos en cuanto a la predicción de la susceptibilidad humana interindividual humana a las RAM y al rápido descubrimiento de productos farmacológicos. Esto conduce al interés por mayor comprensión de los mecanismos de toxicidad para la toma de decisiones sobre la elección y desarrollo de nuevas entidades químicas y biológicas.

Por lo tanto, desde la toxicología investigativa, Beilmann et al. (2019, p. 292) señalan la necesidad de conocer las herramientas y tecnologías que gobiernan actualmente el área toxicológica de investigación y se mantienen en mejoría para su mayor implementación. Primeramente, dentro de la evaluación de riesgos de identificación de peligros, se tiene a los modelos de toxicidad de órganos diana. Este tipo de modelos se enfoca en el hígado, corazón y los órganos neurológicos, en donde se destaca el desarrollo de sistemas organotípicos y microfisiológicos (MPS, por sus siglas en inglés) y modelos tridimensionales, del cual, este último aporta grandes expectativas en la evaluación de seguridad de los fármacos.

En este mismo sentido, se destacan los modelos de enfermedades, los cuales emulan las funciones de los órganos, tomando en cuenta las variables fenotípicas clave de la enfermedad

humana. El enfoque se basa en el impacto que posee un estado patológico en la toxicidad de sustancias, lo cual dirige a un modelo que permite evaluar nuevos fármacos cuando está presente la enfermedad, y ofrecer una dosis con un margen de seguridad para este tipo de pacientes. Además, desde la evaluación de riesgos de identificación de peligros, se tiene que el desarrollo de biocarcadores de seguridad con relevancia mecanicista y traslacional, ayudará a mejorar cuantitativamente los perfiles de seguridad medicamentosos durante la investigación clínica y no clínica (Beilmann et al., 2019, pp. 293-294).

Por otra parte, se encuentra otra área que desarrolla el tratamiento investigativo en términos toxicológicos, el cual está implicado en la predicción de la seguridad humana con conocimiento mecanicista. Este campo se orienta en las vías de toxicidad (PoT, por sus siglas en inglés) para obtener información cuantitativa. También en el modo de acción y en las vías de resultados adversos (AOP, por sus siglas en inglés), esta última arroja información cualitativa. Los AOP brindan una descripción acerca de los eventos adversos ocurridos a los distintos niveles de la organización biológica que dirigen el efecto adverso y perjudican la salud de las personas. En este mismo contexto, se destaca la construcción de repositorios que contienen información de organizaciones públicas y privadas referentes a los diseños de estudios, conservación de datos y controles para la extrapolación, identificación de peligros y disminución de los riesgos de especial utilidad para la salud humana y la investigación de productos farmacéuticos (Beilmann et al., 2019, p. 294).

Para conocer más sobre esta tendencia, se destacan las nuevas tecnologías que se disponen para la investigación en la detección de la toxicidad en los productos farmacológicos y de productos químicos o de consumo. Por lo que, se sigue a Beilmann et al. (2019, p. 295) para mencionar algunas herramientas tecnológicas basadas en mecanismos que, en combinación, aportan gran relevancia en la investigación toxicológica para el humano:

- Inteligencia artificial
- Buenas prácticas de cultivo celular
- Cribado de alto rendimiento
- Enfoques integrados para pruebas y evaluación
- Estrategia de prueba integrada

- Sistemas microfisiológicos
- Modelado farmacocinético basado en fisiología
- Relaciones estructura-actividad (Q)SAR (Beilmann, *et al.*, 2019, p. 295).

Otras herramientas que Beilmann et al. (2019, pp. 295-303) consideran para el desarrollo de la investigación toxicológica, son las relacionaas con nuevos modelos celulares, tecnologías de imagen, perfiles ómicos y sensores intracelulares. En relación con lo anterior, la toxicología investigativa se impulsa desde la evaluación de la seguridad de los productos considerados como nuevas entidades químicas y biológicas. De manera que se abarcan las propiedades moleculares de estas y con la utilización de las diferentes herramientas y tecnologías, se busca comprender los efectos adversos y tóxicos que pueden presentar los humanos para luego tomar decisiones sobre los caminos por seguir. A su vez, las pruebas recabadas, dan utilidad al proceso reglamentario que dictan los entes regulatorios en relación con la toxicología. No obstante, para que esta tendencia sea exitosa, Beilmann et al. (2019) recalcan como una necesidad que “La enseñanza debe ir de la mano de la investigación, y se requieren con urgencia estrategias comunes y enfoques novedosos” (p. 306).

De este modo, a pesar de que la educación se fundamenta en competencias y del impacto social, es importante considerar que también debe tomar un rol significativo para la creación de nuevos científicos. Por ello, en apoyo con las tecnologías innovadoras y los nuevos enfoques científicos, la enseñanza-aprendizaje debe fortalecerse por medio de la modernización de los contenidos para formar un espíritu investigador en el estudiantado. Además, Beilmann et al. (2019, p. 306) consideran que la educación debe aplicar la estrategia de enseñanza integrada.

### **Tendencias en Toxicología celular y molecular**

Una segunda tendencia por considerar es la toxicología celular y molecular. Para ello, se debe reflexionar que con el transcurso del tiempo, Repetto y Repetto (2009, p.16) señalan que la toxicología se ha encaminado más allá que una ciencia descriptiva, la cual ha venido implicándose en la comprensión de los procesos ocurridos a nivel bioquímico y molecular desde el ámbito toxicológico. A este nuevo rumbo se le conoce también como toxicología mecanicista, por lo que se procede a definir su concepto y con ello permitir una descripción de la temática que comprende esta tendencia.

Se entiende por toxicología mecanicista al estudio de los efectos tóxicos que ocurren en los procesos moleculares. Repetto y Repetto (2009) describen esta tendencia de la siguiente forma:

busca la identificación de todo el entramado molecular que conduce desde la exposición inicial al tóxico hasta la última manifestación de trastorno en el organismo. Así, pretende encontrar las explicaciones moleculares de cómo los xenobióticos penetran en el organismo, se distribuyen, biotransforman y excretan (es decir los procesos toxicocinéticos), cómo los xenobióticos o sus metabolitos ejercen sus efectos a través de interacciones moleculares (toxicodinámica) y, finalmente, cómo la célula, el órgano o el cuerpo reacciona frente al ataque, con respuestas que pueden ser adaptativas, de tolerancia o de reparación o bien sucumbiendo al daño (p. 16).

Lo anterior indica que la toxicología celular o molecular permite explicar, de inicio a fin, las interacciones o mecanismos que ocurren cuando en un organismo ingresan sustancias químicas que pueden ejercer algún tipo de alteración en los procesos biológicos cinéticos y dinámicos. Stanley (2014, p. 1) indica que los profesionales en toxicología se han ido adaptando con nuevas técnicas que implica la ciencia de la vida molecular, con el fin de comprender como las sustancias pueden causar daños a células, tejidos y órganos completos.

Es así como los objetivos principales que busca esta tendencia, por medio de las pruebas de toxicidad, permiten introducir el argumento que sigue Stanley (2014, p. 1), respecto del interés por la creación de un perfil toxicológico de la sustancia química y que a su vez, se logre el establecimiento de una dosis umbral en caso de que la hubiese. De tal forma que, para cumplir con lo anterior, se requiere de estudios que comprenden el “desarrollo preclínico de fármacos, en el curso de la evaluación de la seguridad de los ingredientes cosméticos y productos de consumo o mientras se evalúan las posibles consecuencias de la exposición a productos químicos industriales y ambientales” (p.1).

Así, desde la toxicología celular y molecular, la comprensión de la forma en que las células dan respuesta a los tóxicos se transforma en una manera fundamental para la creación de tratamientos, tanto para las personas como para los animales. A su vez, impacta directamente en el medioambiente, pues también busca la reducción y prevención de la toxicidad causada por los productos tóxicos como los biocidas agrícolas. Esta tendencia analiza la afección homeostática celular, tomando en cuenta la duración y el grado de exposición a tóxicos, de manera que se

puede observar el comportamiento celular desde una serie de eventos, a nivel molecular, que le permiten adaptarse, sobrevivir o morir (Pope y Liu, 2020, p. 59).

Para profundizar sobre esta tendencia de la toxicología, se debe considerar lo que Pope y Liu (2020, p. 81) apuntan acerca de la interrupción de la transducción en la señalización que ocurre a nivel intracelular a causa de los metales pesados, pesticidas y otros productos químicos peligrosos. Dichas interrupciones modifican las vías de regulación de la función mitocondrial, de la neuroinflamación y del estrés oxidativo.

Por lo tanto, reconocer lo que ocurre en las regulaciones intracelulares ante la presencia de sustancias tóxicas, permite profundizar en la patogenia de diversas enfermedades como el cáncer, la disfunción inmunológica y los trastornos neurológicos. Las desregulaciones de las vías moleculares anteriormente mencionadas dirigen al daño celular o por ende la daño tisular, las cuales tienen especial relación en patologías neurológicas como el Parkinson y Alzheimer (Pope y Liu, 2020, p. 81).

Por otra parte, los avances que ha tenido la biología molecular, la biotecnología y la bioinformática, permiten que desde esta tendencia de la toxicología se pueda lograr un cambio de paradigma en esta disciplina, lo cual da paso a la utilización de nuevos modelos, métodos y tecnologías, tales como modelos *in vitro*, modelos alternativos de organismos y la explotación de modelos ómicos, tecnologías de cribado de alto rendimiento y de imágenes moleculares (Stanley, 2014, p. 2).

Además, el rápido avance de las herramientas y tecnologías hace relación con lo recabado por Repetto y Repetto (2009, p. 16) quienes indican que la toxicología se ha involucrado en los conocimientos de los cambios producidos en las señales de transducción celular provocadas por las sustancias químicas, ya sean endógenas o xenobióticas. De manera que su actualización ha llevado a la comprensión de los acontecimientos bioquímicos. Por ejemplo, aquellos que ocurren a nivel de proteínas de superficie celular, factores de transcripción y transporte, enzimas que, involucradas en el estrés como las quinasas, factores antiapoptóticos y proapoptóticos, la función de las mitocondrias y las cuantiosas cascadas de señalización.

El conocimiento recabado durante los últimos años sobre la toxicología celular y molecular apunta hacia lo que Repetto, et al (2001) mencionaron en la enseñanza de la toxicología en las ciencias biosanitarias del siglo XXI: “esto permitiría reorientar la enseñanza en parte hacia la toxicidad sistémica de órganos y aparatos, incluyendo carcinogénesis, teratogénesis” (p. 146).

Otro aspecto por considerar en esta tendencia de la toxicología es que se induce a una destacada comprensión de los acontecimientos químicos desde el análisis de los progresos en genética, polimorfismos enzimáticos y de los estudios poblacionales (Repetto y Repetto, 2009, p. 16). Esto conlleva a una breve explicación de las ciencias que estudian la biología molecular desde la toxicología, ya que engloba de forma importante la tendencia en estudio.

En Primer lugar, se describe a la toxicogenómica como la ciencia enfocada en el comportamiento de los genes cuando son modificadas por la acción de los agentes tóxicos (Repetto y Repetto, 2009, p. 16). Esta especialidad utiliza, de manera conjunta, las tecnologías de toxicología y las ómicas. En este sentido, Lansdowne (2017, párr. 15) indica que para determinar los mecanismos moleculares que dirigen las respuestas ante las sustancias químicas, las tecnologías emplean estrategias que abarcan la genómica, la transcriptómica, la proteómica y la metabolómica.

Como segundo campo en relación con la toxicología celular y molecular, Stanley (2014) define a la toxicogenética como “el estudio de la variación genética en genes candidatos específicos relevantes para una respuesta tóxica particular y se basa en un paradigma existente” (p. 38). Lo anterior, hace referencia a la intervención de determinados genes que poseen polimorfismos, provocando una variabilidad clínica al interactuar con los xenobióticos, pues, por lo general, los polimorfismos causan diferencias tanto en la actividad de enzimas que se encargan de la biotransformación como en la de las proteínas que funcionan como receptores y transportadoras (Repetto y Repetto, 2009, p. 17).

En consecuencia, dicha tendencia muestra que la toxicología ha venido presentando cambios notables. Así que, al considerar lo reflexionado por Stanley (2014) en su prefacio, la toxicología celular y molecular abre un espacio para la comprensión del daño a nivel celular y tisular debido a las funciones anormal de los mecanismos celulares de protección. Aunado a ello,

el auge de nuevas tecnologías en el campo de la biología molecular fortalece la evaluación de dicho daño.

De esta manera, es posible analizar los cambios en el ácido ribonucleico (ARN) con el empleo de la transcriptómica, indagar los cambios de las proteínas por medio de la proteómica y permite estudiar las modificaciones del metabolismo con ayuda de la metabolómica. A su vez, con el empleo de modelos de tejido en tercera dimensión (3D) y en conjunto con los enfoques *in silico*, se alcanza mayor significancia biológica en la evaluación de la toxicidad y en obtención de predicciones sobre los efectos toxicológicos.

Por lo tanto, la toxicología molecular y celular crea la oportunidad para que todo estudiante interesado por las ciencias de la vida, obtenga valioso conocimiento para involucrarse en el campo de los productos cosméticos, de consumo y lo pertinente a la industria farmacéutica (Stanley, 2014).

### **Tendencias en Toxicología Analítica**

Como tercera tendencia se ha considerar la toxicología analítica; para comprenderla es necesario conocer el término de *análisis*. En cuanto a esto, se sigue a la Facultad de Ciencias Médicas de Managua, (s.f.), en donde argumentan que el análisis representa la "separación de las partes de un todo para conocer su contenido" (párr. 33). De este modo, la toxicología abarca el análisis químico, biológico, bioquímico, histológico, entre otros.

En concordancia con lo anterior, desde la toxicología, el análisis químico comprende una serie de procesos que busca hallar la presencia de sustancias con valor tóxico. De forma que, dicho análisis proviene de muestras biológicas como sangre, orina, saliva, vísceras, leche, cabellos, entre otros. En tanto que, para el análisis de los agentes tóxicos, se requiere de la separación o extracción desde la matriz biológica para obtener la identificación y determinación, tanto cuantitativa como cualitativa de estos. Los estudios en toxicología analítica presentan diferencias de acuerdo con el análisis que se aborda en el entorno clínico, forense, alimentario, ambiental, entre otros (Facultad de Ciencias Médicas de Managua, s.f., párr. 35).

Lo anterior indica que la toxicología analítica forma parte de todas las áreas en que se subdivide la toxicología, pues, en concordancia con Torres (2006, p. 16) y Barile (2013, p. 3) la

identificación y cuantificación de las moléculas y metabolitos para el reconocimiento de las reacciones químicas y bioquímicas, son de vital importancia en la producción de datos y con ello relacionar los efectos adversos que se manifiestan en los diferentes organismos.

En esta misma línea de reflexión, se sigue a Villanueva y Pla (2019, p. 778), pues mencionan la ampliación y complejidad que ha desarrollado la toxicología analítica. De esta manera, esta tendencia se considera independiente, pues brinda el soporte a las demás áreas de la toxicología, ya que requieren del componente analítico para el alcance final de los objetivos.

Por lo tanto, es necesario profundizar sobre la acción de la toxicología analítica. Así, Flanagan, Cuypers, Maurer y Whelpton, (2020) indican que esta tendencia “se ocupa de la detección, identificación y medición de fármacos y otros compuestos extraños (xenobióticos) y sus metabolitos, y en algunos casos compuestos endógenos, en muestras biológicas y afines” (p. 3). En este sentido, los toxicólogos analíticos con conocimientos fundamentales de la toxicología clínica y forense, podrán formar parte importante dentro de las decisiones acerca del diagnóstico, tratamiento y prevención de las intoxicaciones. Los mismos autores destacan que la preparación de estos profesionales está ampliamente relacionados con “la química analítica, la química clínica, la patología, la farmacología clínica, la farmacocinética y la salud ocupacional y ambiental” (p. 3).

En relación con el uso de las tecnologías innovadoras, Wille y Elliott (2020, p. 1) señalan que la toxicología analítica ha ofrecido un creciente progreso para el ámbito medicinal y forense. A su vez, con la aplicación de las técnicas fisicoquímicas, también se han brindado mejoras significativas para la seguridad ocupacional y alimentaria (Flanagan, Cuypers, Maurer y Whelpton, 2020, p. 3). Lo anterior, gracias a una mayor sensibilidad en la detección y determinación por parte de estas herramientas, a fin de mostrar la calidad en la comprensión de los efectos y el grado tóxico de las sustancias.

Actualmente, la toxicología analítica emplea distintos ensayos para el análisis de drogas y otros venenos orgánicos provenientes de las muestras biológicas, los cuales evidencian el amplio desarrollo implicado en detección, identificación y medición de sustancias de interés toxicológico. A continuación, se muestra una tabla de dichos métodos o técnicas:

**Cuadro 1 Métodos para el análisis de drogas y otros venenos orgánicos en muestras biológicas**

Principio	Técnica
Química	Prueba de color
Electroquímica	Biosensores Polarografía de pulso diferencial
Espectrometría	Espectrometría de masas de alta resolución (HRMS) Espectrometría de masas (MS) Resonancia magnética nuclear (RMN) Espectrofotofluorimetría (SPFM) Espectrofotometría de absorción ultravioleta/visible (UV / Vis)
Cinética	Análisis de inyección de flujo (FIA)
Cromatográfico	Cromatografía de gases (GC), incluye cromatografía gas-sólido (GSC) y cromatografía gas-líquido (GLC) Cromatografía líquida (de alto rendimiento) [(HP) LC] Cromatografía en capa fina (de alto rendimiento) [(HP) TLC] Cromatografía de intercambio iónico (I-EC) Cromatografía de fluidos supercríticos [SFC]
Electroforesis	Electroforesis capilar (zona) [C (Z) E] Electrocromatografía capilar (CEC) Espectrometría de movilidad iónica (IMS) Cromatografía micelar electrocinética (capilar) (MEKC)
Inmunoensayo de ligando	Inmunoensayo de donante enzimático clonado (CEDIA) Ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) Técnica de inmunoensayo multiplicado por enzimas (EMIT) Inmunoensayo de polarización de fluorescencia (FPIA) Prueba de aglutinación de látex (LAT) Inmunoensayo enzimático de micropartículas (MEIA) Radioinmunoensayo (RIA).
Ensayo basado en enzimas	Alcohol deshidrogenasa-etanol Aril acilamida amidohidrolasa

Nota: Flanagan, Cuypers, Maurer y Whelpton (2020, p. 4).

En el campo de la analítica toxicológica moderna, Flanagan, Cuypers, Maurer y Whelpton (2020, p. 4) mencionan que estos métodos han mejorado el alcance y la confiabilidad en la

obtención de resultados, de manera que algunos de ellos han sido de valiosa utilidad en la actuación terapéutica. A su vez, han formado parte de las situaciones clínicas meramente médico-legales. Por ejemplo, se han implicado en la detección de abuso infantil, en la sospecha de intoxicación iatrogénica y en la monitorización de fármacos terapéuticos a partir de las concentraciones plasmáticas. También se ha utilizado para determinar el uso indebido de sustancias y en los análisis de laboratorio para determinadas sustancias comprometidas en la exposición ocupacional.

Por lo tanto, la toxicología analítica da un apoyo importante al entorno clínico en la toma de decisiones acerca de los tratamientos por envenenamientos cuando se dificulta dilucidar la emergencia para el correcto abordaje. Para el caso del entorno forense, permite orientar en conjunto con el historial clínico, ocupacional o circunstancial en las investigaciones toxicológicas de las muertes en donde se haya implicado el uso de drogas u otros venenos. Del mismo modo, la utilidad en el campo de la toxicología ocupacional y ambiental, proporciona información analítica que reúne la naturaleza y la magnitud referente a la exposición (Flanagan, Cuypers, Maurer y Whelpton, 2020, pp. 16-20).

Todas estas aplicaciones, al tomar en cuenta las pruebas de uso indebido de sustancias y el monitoreo de fármacos terapéuticos, abren un espacio de conocimiento para el estudiante de farmacia, pues la carrera implementa las bases y las temáticas químicas y analíticas dentro del plan de estudios. Por ello, su contribución en la experiencia desde el análisis toxicológico podrá emitir buenas decisiones de abordaje dentro de los equipos clínicos y en otros entornos donde requieran de la interpretación de los resultados que arrojan las herramientas de la toxicología analítica.

### **Tendencias en Toxicología Clínica**

La cuarta tendencia considerada es la toxicología clínica, la cual se entiende como la especialidad encargada de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones ocurridas en los humanos y en los animales, por lo que se puede decir que abarca la toxicología humana y veterinaria. Es considerable indicar lo que Torres (2006) señala, pues ya que reconoce que esta tendencia integra a la “medicina clínica, a la bioquímica clínica, farmacia y toxicología” (p. 16).

En cuanto al auge de la toxicología clínica moderna, Morán, Baldirà, Marruecos y Nogué (2011, p. 15) indican que se presentó en concordancia con el cambio epidemiológico de los agentes tóxicos, causado por la acción de la industria farmacéutica y por el hábito social en el empleo de las drogas de abuso en el siglo pasado, lo cual indicaba un crecimiento exponencial de xenobióticos.

No obstante, conforme ocurrían estos hechos, las técnicas analíticas, los nuevos antídotos y técnicas depurativas se perfeccionaron. Además, los conocimientos sobre los aspectos toxicocinéticos se mejoraron y se disminuyeron las desintoxicaciones digestivas. Entretanto, con el desarrollo de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) se logró acoger los casos graves, con una gran disminución de la mortalidad (Morán et al., 2011, p. 15).

Por lo anteriormente señalado, la integración de los conocimientos de la toxicología clínica en los planes académicos de estudio en las carreras de Medicina, Farmacia, Enfermería y Medicina Veterinaria, es necesaria para hacer frente a las intoxicaciones tanto en los humanos como en los animales. Esta tendencia depende, en gran medida, del avance de aquellas disciplinas que ocupan del estudio específico de los sistemas orgánicos. En tal sentido, Pope y Liu (2020, p. 421) refieren que el aporte de información brindado por los médicos del campo pediátrico, oncológico, epidemiológico y de emergencia médica, en conjunto con los profesionales en medicina preventiva, crean un amplio campo de conocimiento en el desarrollo de la toxicología clínica.

En relación con lo anterior, los profesionales en la clínica toxicológica deben considerar una triada de puntos. Una de ellas es la sustancia implicada; en segundo lugar, se encuentra la respuesta tóxica y por último, el mecanismo por el cual se da el evento. Así, en caso de no constatar el mecanismo de acción, se considera una situación preventiva entre el agente y el efecto nocivo, en tanto que, la toxicología clínica necesita del desarrollo de la biología celular y molecular para obtener un adecuado diagnóstico (Pope y Liu, 2020, p. 422).

En este mismo contexto, (Pope y Liu (2020, p. 422) señalan que el profesional en salud debe plantearse tres interrogantes esenciales una vez obtenido el diagnóstico de intoxicación. La primera trata sobre cómo extraer o desintoxicar en agente tóxico; la segunda pregunta trata sobre

cómo tratar los síntomas que implican el malestar o la falla orgánica y como última interrogante, en caso de haberla, refiere a cómo administrar el antídoto.

Otras cuestiones desafiantes que un toxicólogo clínico debe enfrentar y que requieren de una fundamental observación médica en la resolución de problemas dentro del entorno clínico son:

- ¿Cuál es la toxicidad de una sustancia determinada?
- ¿Cuál es la causa de los signos y síntomas?
- ¿Sucedee en un individuo o en un grupo de individuos expuestos a una sustancia o varias sustancias determinadas?
- ¿Cuáles son los peligros tóxicos inducidos por una condición definida y cuáles son los signos cuando no se conoce específicamente el agente tóxico que lo provocó? (Pope y Liu, 2020, p. 422).

Además, el profesional de la toxicología clínica debe plantearse otras situaciones relacionadas con el agente o producto ocasionante de la intoxicación. Al respecto, se sigue a Pope y Liu (2020, p. 422), quienes señalan la formulación galénica como una de las cuestiones principales por afrontar. En este sentido, dicho profesional debe conocer si el producto es de liberación inmediata o lenta, para observar el comportamiento en la aparición de los signos. Otra cuestión vital hace referencia al tiempo estimado de ingestión, contemplando el período en que se pueden presentar los síntomas. Como tercer aspecto, se debe considerar un estimado de la dosis ingerida e, de tal manera que se considere el peor de los casos. Dichas posturas hacen especial relación con los conocimientos que un profesional farmacéutico debe abordar ante la posibilidad de un evento por intoxicación.

Asimismo, con el desarrollo de nuevos fármacos, la toxicología clínica toma importancia dentro de los estudios que profundizan en la determinación de las propiedades farmacológicas y toxicológicas en las fases preclínicas y clínicas, a fin de revelar las distintas interacciones entre el fármaco candidato y los tejidos del cuerpo humano. Estas etapas buscan comprender acerca de

fármaco-toxicodinámica y la fármaco-toxicocinética de los agentes tóxicos (Pope y Liu, 2020, p. 413).

De acuerdo con Morán et al., (2011 pp. 19-23), la toxicología clínica contiene una diversidad de temáticas q consideradas de especial interés para la formación de futuros profesionales de la salud, las cuales son expuestas en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2 Contenidos para el aprendizaje de la toxicología clínica**

Apartado	Temática
Generalidades	Perfil epidemiológico actual de las intoxicaciones agudas en urgencias Epidemiología de las intoxicaciones agudas que requieren ingreso en la UCI El laboratorio de Toxicología clínica Diagnóstico general de las intoxicaciones Conceptos fundamentales de Toxicocinética Descontaminación digestiva de tóxicos: técnicas e indicaciones Descontaminación cutánea Depuración renal en el tratamiento de las intoxicaciones Indicaciones de la depuración extrarrenal en el tratamiento de las intoxicaciones agudas Antídotos
Intoxicaciones Medicamentosas	intoxicación aguda por salicilatos, aguda por paracetamol intoxicación por benzodiazepinas y barbitúricos Intoxicación medicamentosa por fármacos antidepresivos Intoxicación aguda por neurolépticos Intoxicación por litio Corazón e intoxicaciones Intoxicaciones por colchicina, isoniacida, teofilina y cloroquina Síndrome serotoninérgico
Intoxicaciones no medicamentosas	Intoxicaciones no medicamentosas Intoxicaciones por insecticidas organoclorados y carbamatos Intoxicaciones por insecticidas organofosforados Intoxicaciones por herbicidas no biperidílicos Intoxicación por paraquat Intoxicación por humo de incendios

---

	Intoxicación por monóxido de carbono
	Intoxicación por gases irritantes: cloro, sulfhídrico y gases nitrosos
	Síndromes por armas químicas
	Intoxicaciones por plantas
	Intoxicaciones por setas
	Metahemoglobinemias de origen tóxico
	Intoxicaciones por metales
	La acidosis metabólica en Toxicología
	Intoxicaciones por metanol y etilenglicol. indicaciones del fomepizol
	Intoxicación por ingesta de productos cáusticos
	Intoxicación aguda por raticidas
	Intoxicaciones por animales venenosos
Intoxicaciones por Drogas de abuso	Intoxicación por alcohol etílico
	Intoxicación aguda por derivados del cannabis
	Intoxicación y sobredosis de cocaína
	Intoxicación por opiáceos y opioides
	Anfetaminas y drogas de síntesis
	Intoxicación por ketamina, gammahidroxi-butilato y fenciclidina
	Intoxicación aguda por inhalantes volátiles
	Intoxicación aguda por dietilamida del ácido lisérgico (ISD)
	Intoxicación aguda por bebidas energizantes (a base de taurina, inositol y cafeína)
	Intoxicación aguda por oxycodona
	Intoxicación aguda por carisoprodol y su síndrome de retirada

---

Nota: Elaboración propia a partir de Morán et al. (2011, pp. 19-23).

Otras temáticas implicadas en esta tendencia y de valor en el abordaje dentro del campo farmacéutico, es la farmacovigilancia y la toxicovigilancia, que ofrecen la protección a las personas de los riesgos tóxicos (Repetto y Repetto, 2009, p. 13). En este sentido, se sigue a Gómez, Hernández y Marcos (2015, p. 164) para dar a conocer cuales campos se basan en el proceso de identificación y prevención de las RAM.

El abordaje adecuado en este campo permite al futuro profesional farmacéutico, la resolución de riesgos conocidos o no conocidas en lo que respecta a las sospechas por RAM. Con ello, los autores anteriores señalan que se generan datos dirigidos a la “industria farmacéutica,

distribuidores, profesionales en salud y pacientes” (p. 165), a fin de aplicar ciertas medidas restrictivas, advertencias, cambios en las formas de uso e incluso la autorización o suspensión temporal o definitiva de la distribución del fármaco(s) implicado(s).

Por último, a sabiendas de que el ser humano se encuentra rodeado de una gran cantidad de productos químicos, la toxicología clínica tendrá un espacio importante en la disminución de la mortalidad causado por las intoxicaciones agudas y crónicas (Villanueva y Pla, 2019, p. 777). Por ello, la situación anterior demanda una formación adecuada en el campo toxicológico, donde se incluya el correcto aprendizaje de las terapias o tratamientos para evitar posibles complicaciones al momento de salvar vidas en los espacios hospitalarios.

### **Tendencias en Toxicología Forense**

Como quinta tendencia se ha incluido la toxicología forense, bajo la comprensión de que es una especialidad que forma parte del proceso médico-legal para la resolución de casos judiciales donde están implicadas las situaciones toxicológicas. Esta tendencia ha venido formando su identidad, debido a los avances tecnológicos y al progreso que ha envuelto a la ciencia toxicológica. Las áreas de estudio como la química analítica, toxicocinética, toxicodinámica, farmacología, entre otras, fundamentan a la toxicología forense, por lo que se considera como una disciplina aplicada que posee sus propios principios y reglamentos (Roqué, 2016, p.63).

El profesional que se envuelve en este campo debe obtener las anteriores competencias para lograr sus actividades dentro de los laboratorios de toxicología. Para ello se sigue a Roqué (2016) el cual muestra que la función principal dentro de este lugar es “aislar e identificar drogas, venenos y otros compuestos químicos en fluidos y tejidos humanos, relacionados con hechos que son objeto de la investigación criminal; cuando es pertinente, estos compuestos son cuantificados” (p.63).

En contexto con lo anterior, los toxicólogos forenses deben ofrecer a los médicos forenses y a los encargados de la justicia, una interpretación de los resultados para que de paso al esclarecimiento que ha provocado alguna conducta o estado en un determinado individuo que ha

estado bajo el efecto de las drogas, o bien, brindar una conclusión acerca de la razón comprometió la vida de la persona (Roqué, 2016, p.63).

Para profundizar sobre esta tendencia, se cuenta con tres campos diferentes que distinguen los tipos de pruebas en concordancia con el estado o situación en la que se encuentren los individuos. Pope y Liu, (2020, p. 445) establecen en primer lugar a la toxicología del desempeño humano, denominada también como *toxicología antemortem*, pues se realizan muestras en personas vivas. Este campo está implicado ampliamente en casos para la detección de sustancias que provocan una situación incapacitante durante la operación de vehículos motorizados, por ejemplo.

Como segundo campo, se tiene a la toxicología *post mortem*, en el cual se desarrolla el análisis de muestras con sus respectivas aclaraciones, a fin de dilucidar la causa y la forma de la muerte. Por último, al campo encargado de la verificación de la presencia de drogas en las personas que realizan actividades laborales, se le conoce como pruebas forenses de drogas. El toxicólogo forense utiliza una variedad de métodos para la cuantificación e interpretación de la posible presencia de drogas o venenos en cada especialidad de la toxicología forense.

Antes de conocer las técnicas analíticas que se emplean en la toxicología forense, es necesario reconocer los tipos de muestras usadas en los diferentes campos donde se desenvuelve dicha tendencia. En la siguiente tabla se ofrece una descripción general, referente a la variación, según el campo de estudio.

**Cuadro 3 Tipos de muestras en Toxicología forense**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Campo de la Toxicología forense</b>
Sangre (corazón o femoral)	Toxicología post mortem
Sangre (venosa)	Toxicología del desempeño humano
Humor vítreo	Toxicología post mortem
Bilis	Toxicología post mortem

---

Orina	Toxicología del desempeño humano Pruebas forenses de drogas Toxicología post mortem
Cerebro	Toxicología post mortem
Hígado	Toxicología post mortem
Fluido oral (saliva)	Toxicología del desempeño humano Pruebas forenses de drogas
Contenido del estómago	Toxicología post mortem
Músculo	Toxicología post mortem
Cabello	Toxicología post mortem

---

Nota: Elaboración propia (Pope y Liu, 2020, p. 450).

Luego de haberse recolectado la muestra, ocurre una etapa de preparación de esta, en donde pueden aplicarse las técnicas de homogeneización, trituración, mezcla y sonicación, con el fin de crear mayor área de superficie y mejorar su extracción durante el proceso. Algunos procesos de preparación y extracción que Pope y Liu (2020, pp. 452-453) resaltan, son los siguientes: diluir y disparar que utiliza comúnmente las muestras de orina y sangre, luego la extracción de líquido-líquido y la extracción en fase sólida.

Finalmente, para la detección o ausencia de sustancias, como por ejemplo fármacos, se reconoce a los métodos de cribado como los inmunoensayos y los métodos de confirmación como lo es el método analítico, conocido como espectrometría de masas; este es uno de los que más se utilizan en la especialidad de la toxicología forense. Otras técnicas analíticas de interés en la detección de sustancias, son la espectrometría de masas única, barrido completo y monitorización de iones seleccionados, espectrometría de masas en tándem y la espectrometría de masas precisa (Pope y Liu, 2020, pp. 453-458).

Posteriormente, con el descubrimiento de las sustancias xenobióticas, se puede dar relación al motivo de investigación, por lo que el individuo puede hallarse comprometido y recibir, según el asunto en cuestión, una pena judicial, terminación de la relación laboral, multas,

entre otros. Es por ello, que el experto en toxicología forense posee una responsabilidad de peso por sus hallazgos. De manera que tanto los profesionales de esta tendencia como los laboratorios deben estar certificados y acreditados respectivamente. Además de ello, el lugar debe cumplir con una serie de programas que permiten un control de calidad estricto (Pope y Liu, 2020, p. 445).

Por otra parte, para llevar a cabo un adecuado análisis de los xenobióticos, el toxicólogo forense debe conocer sobre principios fundamentales de farmacocinética, farmacodinámica, vías de absorción, naturaleza del analito (hidrófilo o hidrófobo), volumen de distribución, entre otros Pope y Liu (2020, p. 448). Lo anterior, es de especial interés en la investigación, ya que, desde la carrera de Farmacia, dichos principios, las técnicas analíticas y la implicación química que señala los autores, son comprendidos por el estudiantado, los cuales son imprescindibles para la formación del futuro farmacéutico.

### **Tendencias en Toxicología Ocupacional**

En el caso de la sexta tendencia considerada, se logra señalar a la toxicología ocupacional, la cual se ha transformado en una especialidad profesional a causa de una serie de acontecimientos que se ha generado a través del tiempo. En concordancia con Repetto y Repetto (2009), algunos hechos que han condicionado el establecimiento de esta tendencia son los siguientes:

- La considerable expansión de la industria.
- El crecimiento simultáneo de las diferentes ramas de la química industrial: orgánica, de los plásticos y resinas, alimentaria, farmacéutica, agrícola y química nuclear.
- El reconocimiento de los derechos del trabajador contra los posibles peligros tóxicos en el seno de la industria (p. 14).

En este sentido, se puede hacer referencia de la definición que aporta Lombardo (2019, párr. 31) al expresar que la toxicología ocupacional es la disciplina que investiga las acciones y los efectos que ocasionan los distintos elementos y compuestos químicos sobre los trabajadores durante la ejecución de las actividades laborales y los procesos tecnológicos. A su vez, se considera que esta tendencia combina a la medicina y a higienización laboral (Torres, 2006, p. 16).

La empresa o el puesto de trabajo requiere reunir el conocimiento de todas las sustancias que están comprometidas en cada proceso de fabricación para eximir los riesgos químicos que pueden provocar una contaminación o intoxicación sobre el trabajador. Esto implica a los materiales que se relacionan con las materias primas, los productos intermedios, los productos finales y los desechos químicos (Lombardo, 2019, párr. 31-32).

En este mismo contexto, el proceso de producción se considera como una etapa importante para la detección del momento crítico de exposición, pues, de acuerdo con el autor anterior, es el instante en el cual el trabajador adquiere un contacto directo con la sustancias. Acciones como “la apertura de una cámara, el mezclado, trasvase, traslado de una sustancia, carga y descarga, mantenimiento, derrame por accidente, entre otros” (párr. 35), forman parte de ese momento crítico.

De este modo, la toxicología ocupacional tiene como finalidad la detección de posibles riesgos que pueden provocar detrimentos o enfermedades por contacto con sustancias químicas. A su vez, Lombardo, 2019 (párr. 36) señala que esta especialidad se fundamenta del período de prevención, que se define como el tiempo entre la exposición a la sustancia hasta el desarrollo de una intoxicación en el espacio laboral.

En esta misma línea de reflexión, la toxicología ocupacional se enfoca en el reconocimiento, observación y evaluación de las secciones donde surgen las exposiciones a sustancias químicas para evitar los problemas de salud en los trabajadores. Además, se requiere de la comprensión acerca de la transformación de la sustancia químico, cómo se manipula, cómo ocurren las intoxicaciones y cuáles son las posibles vías de ingreso al organismo (Lombardo, 2019, párr. 37-42-43-44-58). Del mismo modo, se considera a Lombardo (2019) para dar importancia a la identificación de las sustancias en esta especialidad. Una clasificación en “sustancias irritantes, sustancias que causan neumoconiosis, sustancias anestésicas, asfixiantes, tóxicos disléxicos, sustancias alergizantes, carcinógenos y teratogénicos” (párr. 46, 54) permite obtener una concordancia de los efectos que provocan en el organismo según el agente causante.

Por lo tanto, el abordaje para la construcción de conocimiento y generar un concepto de la prevención del riesgo en el campo laboral, no solo implica la responsabilidad de los toxicólogos ocupacionales, sino que, se debe contar con un equipo competente que incluya a los médicos,

higienistas, ingenieros y reguladores para ofrecer protección a los trabajadores (Pope y Liu, 2020, p. 327). De esta manera, las personas profesionales que intervienen en los procesos para mantener la prevención de los trabajadores requieren del entendimiento sobre las temáticas toxicológicas que se correlacionan con el tipo de industria.

Algunas temáticas que consideró Lombardo (2019) en sus contenidos, se centraron en el conocimiento referente a los plásticos, metales, hidrocarburos, óxido de etileno, plaguicidas, gases tóxicos. A su vez, aportó información relacionada a los agentes cancerígenos en el ámbito laboral, dermatología ocupacional, neumología ocupacional, nanotoxicología laboral, consumo de sustancias psicoactivas en el ámbito laboral y animales ponzoñosos en el ámbito laboral.

Con lo anterior, es necesario mencionar algunas funciones del toxicólogo ocupacional para favorecer la prevención laboral y la mitigación de los efectos adversos por exposición de la sustancias peligrosas. De acuerdo con Pope y Liu (2020) las posibles actividades que realiza el profesional en el ámbito toxicológico ocupacional son:

- Asignar bandas de exposición ocupacional
- Desarrollar límites de exposición ocupacional
- Contribuir / gestionar el programa de comunicación de peligros
- Elaborar fichas de datos de seguridad de acuerdo con el sistema global armonizado de clasificación y etiquetado
- Realizar evaluaciones de seguridad reproductiva
- Experto en la materia al evaluar las sobreexposiciones accidentales de los empleados
- Colaborar con higienistas industriales, ingenieros de procesos, oficiales de seguridad
- Contribuir / administrar programas médicos ocupacionales
- Comprender la química, la farmacocinética, la toxicología y la fisiología.
- Comunicarse con los operadores de la planta de fabricación y la alta dirección (p. 328).

Asimismo, el ejercicio de la toxicología ocupacional considera los conceptos fundamentales como efecto local, efecto sistémico, órgano diana de toxicidad, efectos reversibles e irreversibles, efectos agudos, crónicos y retardados, así como periodo de latencia, a fin de desarrollar el correcto abordaje en la evaluación de la seguridad de los productos químicos, la latencia de los efectos adversos para la salud y del establecimiento de estrategias para la monitorización y disminución de riesgos (Pope y Liu, 2020, p. 330). En ese mismo sentido, los

diferentes organismos gubernamentales y supra-gubernamentales alrededor de todo el planeta han confeccionado normas de salud y de seguridad para establecer los límites reglamentarios y formular directrices sobre las concentraciones de los agentes químicos presentes en el campo laboral (Teitelbaum, 2021, pp.1-2).

Finalmente, esta especialidad de la toxicología muestra el compromiso que debe aportar el toxicólogo ocupacional para garantizar la salud de los trabajadores. Las diferentes industrias requieren que los profesionales brinden soluciones oportunas y estar preparado para las diferentes circunstancias de los efectos imprevistos. Es considerable que las industrias trabajen en mutuo apoyo con los entes regulatorios para que los trabajadores pueden ejecutar sus actividades seguridad (Pope y Liu, 2020, p. 336).

### **Tendencias en Ecotoxicología.**

La séptima tendencia considerada es la Ecotoxicología. Esta debe destacar que proviene de una combinación de los términos *ecología toxicología*, y es considerada como una disciplina científica moderna que forma parte de la toxicología ambiental (Pope y Liu, 2020, p. 381). En este sentido, se sigue a Teitelbaum (2021, p. 3) para definir la ecotoxicología como la encargada de los efectos tóxicos que ocurren en las poblaciones y comunidades de organismos vivientes integrantes de un ecosistema específico.

De este modo, la ecotoxicología incorpora el conocimiento de las vías que utilizan los agentes químicos y físicos para transferirse a los organismos e integra las formas de interacción con el medioambiente. Además, al reunir información que se enfoca en la protección del medioambiente, se considera una especialidad que está íntimamente relacionada con los procesos y procedimientos regulatorios (Pope y Liu, 2020, p. 381).

La ecotoxicología no interviene en el estudio de la toxicología humana, animal doméstica y de cultivos. En su lugar, Pope y Liu, 2020 (p. 381) señalan que se enfoca sobre los impactos que la contaminación ha ocasionado en la vida silvestre (fauna nativa y la flora) por la presencia de agentes tóxicos. No obstante, la información toxicológica que relaciona la acción ecotoxicológica, ha sido comunicada mediante dichas especialidades toxicológicas, mencionadas

anteriormente (Pope y Liu, 2020, p. 484). De forma que la investigación en área se ha transformado en un espacio de interés para los toxicólogos (Teitelbaum, 2021, p. 3).

Para conocer la secuencia de los estudios ecotoxicológicos, Capó (2003, p. 102) reconoce primeramente el término *polutante*, el cual se distingue del término *contaminante*, ya que este último hace referencia a la sustancia que proviene generalmente del humano sin que sea obligatorio que tenga efectos biológicos. Por lo tanto, el término *polutante* se refiere al agente químico o físico que se halla en el ambiente y que se manifiesta como antropogénico y nocivo.

De manera que, las secuencias constitutivas de los estudios ecotoxicológicos, según lo señalado por Truhaut, (1975) citado por Capó (2003) son:

- La liberación del polutante y abarcando su formación y la génesis en esas fuentes de polución, los medios y vías de transporte (suelo, aire, agua, alimentos, etc.), los factores que influyen en su difusión, sus absorciones geológicas y las posibles alteraciones de sus propiedades fisicoquímicas debidas a los diversos componentes abióticos del ecosistema, dando lugar a su acumulación o degradación
- El ingreso de los polutantes en el medio biológico, es decir, su entrada en las cadenas biológicas, alimentarias, de comunidad, etc., con cinéticas propias
- Calificación y cuantificación de los efectos patológicos sobre los seres vivos y sus ecosistemas, con las consiguientes deducciones epidemiológicas y profilácticas. (pp. 102-103).

Dichas secuencias, abarcan un amplio interés por el conocimiento que perturba los ecosistemas, es decir, que pueden alterar las condiciones para la supervivencia de los organismos presentes. Por ello, esta disciplina también se encarga de los diagnósticos evaluativos, los cuales ofrecen parámetros predictivos. Dichos parámetros son la determinación de la dosis del ambiente, la evaluación de la carga y la predicción del riesgo (Capó, 2003, p. 103).

Sobre la alteración de los ecosistemas, se atina a los cuantiosos compuestos orgánicos a nivel industrial que no están desarrollados para la función biológica y que pueden causar trastornos inespecíficos en la estructura y la actividad de las membranas celulares (Pope y Liu, 2020, p. 484). En tal sentido, algunos sectores que contribuyen en el impacto sobre el medioambiente son industrias como “la agricultura, producción farmacéutica y química, refinamiento petroquímico, operaciones mineras, ganadería, operaciones de energía y servicios públicos, así como desastres ecológicos provocados por el hombre” (Pope y Liu, 2020, p. 478).

El contexto anterior permite comprender que la ecotoxicología, busca contribuir, mediante el registro de datos, concernientes a los peligros existentes en el ambiente. Por lo tanto, tomando como referencia a Capó (2003, pp. 103-104), la información recabada, forma un punto de partida para la toma de decisiones en cuanto a prevenir y realizar estimaciones de riesgo/beneficio sobre las alternativas del desarrollo para la calidad de vida humana y la degradación del medioambiente.

Como producto, es importante considerar lo que Sparling (2018, p. 7) señala sobre formación del profesional en ecotoxicología. En primer lugar, este debe poseer los conocimientos químicos para el reconocimiento de la composición y las propiedades de los contaminantes. Además, requiere del saber fisiológico, para conocer el modo en que los agentes químicos alteran desde la homeostasis celular hasta el estado general de los sistemas biológicos. Del mismo modo, la ecología le permite comprender las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas para aplicar el contexto fisiológico y químico. Así, podrá desarrollar los análisis referentes a las alteraciones sobre la supervivencia y reproducción de los organismos vivos. A su vez, es necesario que el ecotoxicólogo cuente con el conocimiento estadístico para la elaboración de estudios y experimentos que darán paso a la evaluación de áreas afectadas por las sustancias químicas.

Algunos compuestos de tipo biogénico y contaminantes que destaca D’Mello (2020) en sus contenidos para la comprensión de la alteración ecotoxicológica y la salud humana, se describen en el siguiente cuadro, para profundizar el conocimiento en este apartado.

**Cuadro 4 Compuestos de tipo biogénico y contaminantes de interés en la ecotoxicología y la salud humana**

Contenido	Descripción
Compuestos biogénicos	Fitotoxinas, micotoxinas y toxinas cianobacterianas y su relación con el cambio climático del planeta y el desarrollo de bioplaguicidas que generan efectos en los seres humanos y algunos animales, tras el

---

consumo contaminado de alimentos y agua.

Gases ambientales que perjudican la salud humana y la adaptación en plantas superiores

Efectos del ozono, el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, los hidrocarburos poliaromáticos y su influencia en la morbilidad humana: exacerbación de la fibrosis pulmonar idiopática, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma, la enfermedad cardiovascular, los síndromes metabólicos, diabetes tipo II, cáncer y efectos cognitivos y neurológicos como el autismo.

Efectos de la lluvia ácida sobre los mecanismos de adaptación en plantas superiores

Contaminantes orgánicos persistentes (COP)

Riesgos a largo plazo para la salud humana y los principales ecosistemas. La derivación antropogénica de polutantes, dioxinas y disruptores endocrinos y su relación con la distribución en alimentos, agua y sedimentos.

Exposición materna; posibles efectos transgeneracionales, la alteración endocrina, carcinogénesis y su relación con el asma y la diabetes.

Contaminación por petróleo

por Contaminación del mar y de especies marinas

Toxicología de los metales pesados

Principalmente la contaminación por mercurio, plomo y cadmio

Riesgos de la radiación

Cáncer de piel no melanocítico y su relación con los bajos niveles cutáneos de vitamina D3

Remediación

Tecnologías potenciales para el tratamiento de tierras y aguas subterráneas contaminadas

---

Nota: Elaboración propia a partir de D'Mello (2020, pp. xxx-xxxiii).

Los contenidos apreciados anteriormente, dirigen a que en las ciencias de la salud se seleccionen ciertas temáticas que implican a la ecotoxicología, pues como se muestra en el cuarto cuadro, la exposición o ingestión de ciertas sustancias químicas puede vincularse con algunas enfermedades de relevancia en el ámbito de la salud humana. Se considera que la formación de la asignatura de la Toxicología para la carrera de Farmacia, podría ser de gran utilidad para el desarrollo de criterios y habilidades.

### **Tendencias en catástrofes tóxicas**

En esta sección se procede a exponer los alcances de la octava tendencia enfocada en las catástrofes tóxicas. Para ello, se sigue a Nogué (2019, p. 23) al considerar los cuantiosos desastres tóxicos en el mundo que han ocurrido a lo durante el siglo XX e inicio del XXI. De tal manera, han perjudicado a una considerable cantidad de personas y a extensas regiones del globo terráqueo. Únicamente algunos eventos tóxicos han sido reseñados, mientras que otros quizá nunca se revelarán al público. La existencia de epidemias tóxicas, tales como el consumo de tabaco y drogas, no ha sido destacada como una catástrofe, a pesar la gran cantidad de víctimas ocasionadas. En este mismo contexto, las numerosas intoxicaciones por el gas monóxido de carbono, ha provocado una posición con poca relevancia. Aspectos como estos, sin duda llegan a estar relacionados con la labor de las personas profesionales en farmacia.

De tal forma, se reconoce lo expresado por Nogué (2019, p. 23) al señalar que la globalización es un factor influyente en la reproducción y distribución de los agentes tóxicos en todo el mundo, donde muchas de las industrias contienen gran cantidad de sustancias peligrosas. A su vez, se suma actualmente la importancia sobre la presencia de armas de guerra o de fin terrorista, las cuales poseen elementos químicos que atentan con la salud de la humanidad. Por ello, debe ser esta una tendencia discutida a nivel de preparación académica, pues son situaciones que suceden en la cotidianidad y que una persona profesional en farmacia puede atender.

Es así como se puede reflexionar que las catástrofes tóxicas han provocado desdicha a través de la historia. No obstante, se ha desarrollado información fundamental sobre las sustancias que provocaron los efectos en los humanos, los cuales se consideran imposibles de adquirir con el empleo de estudios clínicos. En este sentido, se hace relevante que las futuras generaciones guarden en su memoria de estos hechos. Del mismo modo, este tipo de acontecimiento han sido de especial interés para la prevención de futuros desastres tóxicos, a partir de la identificación de agente los tóxicos y su correlación con las características patogénicas (Nogué, 2019, p. 23).

En concordancia con lo señalado por Nogué (2019), es clave presentar una breve descripción de algunos de los episodios de origen tóxico más relevantes acontecidos a partir del primer tercio del pasado siglo. De manera que se presentan los siguientes cuadros:

**Cuadro 5 Episodios relacionados con la contaminación de alimentos**

Agente tóxico	Localización	Fecha	Consecuencias
Hexaclorobenceno en el trigo	Turquía	1956-1959	Porfiria cutánea tarda
Paratión en la harina y el azúcar	India	1958	> de 100 muertes
TOCP en el aceite	Marruecos	1959	Parálisis del aceite
Mantequilla	Holanda	1960	Enfermedad de mantequilla
Metilendianilina en la harina	Inglaterra	1965	Ictericia de Epping Hepatitis tóxica
Policlorodibenzofuranos en el aceite de arroz	Japón	1968	Epidemia del aceite (miles de afectados)
Metilmercurio en la harina de trigo	Irak	1971-1972	6.500 afectados, 459 muertes Información sobre los límites de seguridad de la exposición al mercurio
Cianuro en la bebida	Guyana	1978	900 muertes por intoxicación aguda
Aceite de colza	España	1981	Síndrome aceite tóxico
Endosulfán en la harina	Sudán	1991	3.000 afectados, 31 muertes
Insecticida organofosforado en el desayuno	Perú	1999	26 muertes
Tetramina en la comida	China	2002	300 afectados, 42 muertes
Insecticida organofosforado en el desayuno	India	2013	23 muertes infantiles
Clorfenapir en los dulces	Pakistán	2016	30 muertes

Nota: Nogué (2019, p. 24).

A partir del cuadro 5 se puede señalar que, para el caso de Turquía, el hecho ocurrió en zonas rurales de Diyarbakir, donde resultaron afectadas cuatro mil personas aproximadamente, con un alto porcentaje de mortalidad en niños y lactantes. La sustancia fue utilizada como fungicida en partidas de grano de trigo y provocó un brote que presentaba afecciones dérmicas como grandes ampollas, hiperpigmentación, cicatrices e hirsutismo.

Posteriormente, en el caso del organofosforado utilizado como plaguicida, produjo una contaminación alimentaria debido a recipientes de harina y azúcar mal sellados. El paratión logró causar brotes importantes al sur de la India. Por otra parte, en Marruecos sufrieron aproximadamente diez mil personas secuelas en forma de parálisis y alteraciones en extremidades superiores. El aceite que causó las afecciones fue utilizado para adulterar un aceite con fines de consumo, el cual se encontraba contaminado un tóxico llamado triortocresilfosfato (TOCP) (Nogué, 2019, pp. 25).

En Holanda, se utilizó un emulsionante para fabricar margarina, de manera que causó intoxicación a 16.500 personas al presentar una especie de enfermedad del suero de tipo alérgico. Luego, en Inglaterra se evidenciaron intoxicaciones en 84 personas; la sustancia implicada provenía de la ingesta de pan horneado con harina, lo cual causó hepatitis tóxica y con ello el nombre de ictericia de Epping.

Para el caso de Japón, miles de personas presentaron a causa consumo de aceite de arroz con compuestos que presentaban evidencia el cáncer hepático y efectos adversos en cuando a reproducción. Los implicados presentaron síndrome con cloracné, hiperpigmentación, dolor abdominal y principalmente alteraciones visuales. Para el caso de la intoxicación por metilmercurio en Irak, ocasionó una epidemia que provocó afecciones de tipo neurológicas, debido al consumo de pan, para lo que inicialmente el grano de harina de trigo fue tratado con un fungicida que contenía la sustancia anteriormente mencionada (Nogué, 2019, pp. 25, 26).

En Guyana, se utilizó un preparado a base de cianuro con fines suicidas, considerado como el tipo de suceso más importante de la historia contemporánea. Para el episodio en España, debido al uso fraudulento de aceite de colza desnaturalizado con anilina para consumo humano, causó afecciones en alrededor de veinte mil personas, dejando unas 350 personas fallecidas. Este suceso provocó una alta mortalidad en el que inicialmente ocurrían cuadros clínicos respiratorios

con eosinofilia y secuelas de tipo neuromusculares, lo cual, se le llegó a denominar síndrome del aceite tóxico. Por otra parte, durante un funeral las personas implicadas consumieron pan que contenía harina contaminada por un insecticida organoclorado con alto aporte tóxico denominado endosulfán (Nogué, 2019, p. 27).

Además, en Cuzco, Perú, ocurrió la muerte de 26 niños y 25 niños intoxicados por una mezcla accidental de un insecticida organofosforado con un sustituto lácteo. Posteriormente, en Nankin, China, sucedieron muertes e intoxicaciones a causa del consumo de alimentos que contenían el Rodenticida tetramina, produciendo afecciones a nivel nervioso central, logrando en muchos casos provocar la muerte en poco tiempo de ingerir los alimentos. Otro caso sucedido en la India fue por el consumo de alimentos contaminados con un insecticida organofosforado conocido como monocrotofós. Luego, se evidencia la afectación y muerte de más de treinta personas en Pakistán, debido a la ingesta de dulces que contenían el insecticida clorfenapir, el cual causaba en la mitocondria el desecoplamiento de la fosforilación oxidativa (Nogué, 2019, pp. 28, 29).

#### **Cuadro 6 Episodios relacionados con la contaminación de aguas**

<b>Agente tóxico</b>	<b>Localización</b>	<b>Fecha</b>	<b>Consecuencias</b>
Cadmio	Japón	1947	Síndrome <i>itai-itai</i>
Metilmercurio	Japón	1953	Enfermedad de Minamata
Arsénico	Bangladesh, India	1998	Miles de casos de cáncer y lesión arsenical
Plomo	Nigeria	2010	> 100 muertes

Nota: Nogué (2019, p. 24).

El cuadro anterior indica las situaciones en donde se encontró sustancias tóxicas en el agua. Se destaca inicialmente la epidemia tóxica por cadmio, sucedido en Fuchu, Japón, el cual contaminó aguas y arrozales a causa de las extracciones mineras, afectando 200 personas aproximadamente. El síndrome fue nombrado como *itai-itai* el cual presentaba manifestaciones osteomusculares, fracturas óseas y deformidades esqueléticas, principalmente en femeninas

menopáusicas. A este caso se le asocio como cofactor la deficiencia nutricional crónica de vitamina D y calcio.

Posteriormente, en la Bahía de Minamata, Japón, acontecieron problemas neurológicos en más de dos mil personas, del cual, un 50 % de los afectados murieron. Su detonante surgió a partir de los residuos industriales del agente orgánico llamado metilmercurio, el cual fue vertido al mar, produciendo acumulación principalmente en peces. A raíz de exposición, la enfermedad de Minamata logró, por contaminación materna, la afección del desarrollo fetal, el cual produjo trastornos neurológicos congénitos y graves en los infantes (Nogué, 2019, p. 23).

Dentro de este mismo contexto, Nogué (2019, p. 28) señala que, en Bangladesh, millones de personas consumieron agua contaminada por trióxido de arsénico durante años. La sustancia provenía de los pozos de forma natural, de manera que se consideraba como seguro. Sin embargo, las manifestaciones a nivel cuánto, cáncer de piel y las alteraciones hepáticas dieron lugar al hidroarsenicismo, el cual se presentó en más de doscientas mil personas. Por otra parte, en Zamfara, Nigeria, se llevaba a cabo la extracción del oro, mismo que requería del procesamiento de plomo. El Plomo causó un brote de envenenamiento en cientos de habitantes, y culminó con la muerte especialmente en niños.

#### **Cuadro 7 Episodios relacionados con medicamentos o contaminación de preparaciones medicamentosas**

<b>Agente tóxico</b>	<b>Localización</b>	<b>Fecha</b>	<b>Consecuencias</b>
Dietilenglicol (exipiente en la sulfanilamida)	EE.UU.	1937	> 70 muertes Promulgación de la Food Drug and Cosmetic Act
Fenobarbital	EE.UU.	1940	80 muertes
Trietilina (contaminante)	Francia	1954	100 muertes Caso Stalinon
Clioquinol	Japón	1957-1970	> 10.000 afectados Neuropatía mieloóptica subaguda
Talidomida	Varios países	1962	Miles de afectados Focomelia y amelia
Dietilestilbestrol	EE.UU.	1971	Carcinoma vaginal en segunda generación

Aluminio	Varios países	1976	Demencia dialítica
Cianuro en el paracetamol	EE.UU.	1982	7 muertes Cambios en la reglamentación de los medicamentos sin receta en EE.UU.
Dietilenglicol (excipiente)	Haití	1996	80 muertes infantiles

Nota: Nogué (2019, p. 24).

En cuanto a las intoxicaciones que relaciona a los fármacos, se destaca en Estados Unidos (EE.UU.) el uso de dietilenglicol como excipiente en un elixir de sulfanilamida sin cumplir con ensayos de seguridad. Este excipiente ocasionó el deceso de un poco más de cien personas, mayoritariamente niños. Este incidente llevó a realizar cambios legislativos en EE.UU., dando autoridad a la Food and Drug Administration (FDA) para la supervisión concerniente a la seguridad de los alimentos, medicamentos y cosméticos.

Luego, en el país mencionado anteriormente, el fenobarbital provocó la muerte de ochenta personas, ya que durante la fabricación de un producto antibiótico, este se encontraba contaminado con dicha sustancia. Por otra parte, en Francia se utilizó un tratamiento llamado Stalinon para combatir las infecciones estafilocócicas, osteomielitis y ántrax. No obstante, el medicamento contenía una impureza denominada trietilina, de manera que provocó edema cerebral en doscientas personas y provocó la muerte en poco más del 50% (Nogué, 2019, pp. 23, 24).

En Japón, la administración de clioquinol para la diarrea, provocó en una gran cantidad de personas trastornos a nivel de sistema nervioso, el cual se le consideró como el síndrome de la neuropatía mieloóptica. Seguidamente, en Europa ocurrió un hecho destacable dentro de las catástrofes tóxicas, el cual hace referencia al uso del fármaco talidomida por parte de mujeres embarazadas para reducir las náuseas y los vómitos.

Sin embargo, el medicamento resultó ser teratogénico por lo que provocó alteraciones morfológicas en un estimado de diez mil niños, sin tomar en cuenta aquellos que murieron durante los primeros meses de vida. Este acontecimiento dio lugar al conocimiento del paso de fármacos a través de la placenta, de manera que surgieron normativas para la realización de

estudios teratogénicos antes del registro de nuevos medicamentos. A su vez implicó la reducción a la exposición de productos químicos en gestantes (Nogué, 2019, pp. 24, 25).

Otro episodio que implicó afecciones tóxicas a causa de los medicamentos, Nogué (2019, p. 26) indicó el ocurrido en EE.UU. por el uso de un estrógeno sintético llamado dietilestilbestrol. Este se relacionó con el aumento de carcinoma vaginal de células claras en aquellas mujeres jóvenes que emplearon este tratamiento durante la gestación. Por otra parte, un hecho sucedido en varios países como consecuencia del hidróxido de aluminio presente en líquidos de diálisis y productos orales produjo la acumulación tisular de aluminio, principalmente en cerebro, en pacientes con insuficiencia renal crónica y en aquellos que se encontraban en programas de hemodiálisis. Dicha acumulación generó alteraciones del habla, demencia y convulsiones, de forma tal que se le denominó demencia dialítica.

Nuevamente, en EE.UU., Nogué (2019, p. 27) señaló la muerte siete personas debido al consumo de Tylenol que contenía intencionadamente cianuro. Este tipo de hecho favoreció cambios legales para la reglamentación de los fármacos sin receta en este país.

#### **Cuadro 8 Episodios Relacionados con la contaminación de bebidas alcohólicas**

<b>Agente tóxico</b>	<b>Localización</b>	<b>Fecha</b>	<b>Consecuencias</b>
TOCP en el licor de jengibre	EE.UU.	1930-1931	> 50.000 afectados Parálisis de <i>Ginger-Jake</i>
Cobalto en la cerveza	Canada, EE.UU., Bélgica	1966	Miocardopatía de la cerveza
Metanol en las bebidas alcohólicas	Nicaragua	2006	> 800 afectados, 45 muertes

Nota: Nogué (2019, p. 25).

En cuanto a los episodios que relacionan la contaminación de bebidas alcohólicas, la Tabla 4 muestra, en primer lugar, la ocasionada por el agente tóxico TOCP, empleado en un licor de jengibre, el cual provocó una multitud de personas intoxicadas. Luego, países como Bélgica, EE.UU. y Canadá, resultaron afectados por una intoxicación epidémica debido a que se aplicó cobalto en la cerveza como fin antiespumante. Esto provocó alteraciones a nivel de corazón, tales como hipertrofia ventricular e insuficiencia cardíaca. Por otra parte, en Nicaragua ocurrió la

muerte de cuarenta y cinco personas, mientras que quince sufrieron la pérdida de la vista u otros 800 acabaron intoxicados por el consumo de metanol presente en las bebidas alcohólicas (Nogué, 2019, pp. 23, 26, 28).

Otros hechos como los ocurridos por contaminación del aire a causa de ciertos agentes tóxicos, se mencionan en la Tabla 5. Nogué (2019, pp. 23, 26). Se describe primeramente el episodio ocurrido en Londres, por la presencia smog que contenía compuestos azufrados, lo cual provocó entre cuatro mil y doce mil muertes con más de cien mil afectados y conllevó al fomento de reformas ambientales en Inglaterra. Seguidamente, se presenta a Costa Rica como uno de los principales en la lista de intoxicaciones en Centroamérica, pues para la época indicada, el empleo de plaguicidas como el paraquat y los insecticidas organofosforados causaron efectos tóxicos importantes. En este suceso, se utilizó el nematocida 1,2-dibromo-3-cloro-propano, con afectación a más de mil quinientos trabajadores de las bananeras.

Un suceso y el cual Nogué (2019, p. 27) estimó como la peor catástrofe tóxica de la industria fue la del metalisocionato en Bhopal, India. Dicha industria producía plaguicidas, de manera que liberó 40 toneladas al ambiente de la sustancia tóxica mencionada anteriormente, causó tres mil muertes en pocos días, por afección pulmonar aguda, mientras que otros doscientos mil acabaron afectados a nivel hematológico, inmunológico, neurológico y reproductivo. En este mismo contexto, se destaca el peor desastre en la historia en cuanto al uso civil de la energía nuclear. La irradiación que provocó la explosión de un reactor nuclear de Chernóbil, Ucrania, dio paso a la liberación de materiales radiactivos como  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  en la atmósfera, y originó, con el paso del tiempo, problemas de salud en la población afectada, con una alta cantidad de casos cancerígenos a nivel de tiroides.

Entre otros casos que implicaron gran cantidad de muertes y personas intoxicadas, Nogué (2019, pp. 27, 28) describe el acontecido en el metro de Tokio, con el empleo de un gas llamado sarín, el cual provocó en los afectados el síndrome muscarínico y nicotínico. El hecho tuvo como consecuencia doce fallecidos y cinco mil personas intoxicadas. Después, en Gaogiao, China se liberó al ambiente sulfuro de hidrógeno y gas natural a causa de una explosión de un pozo de perforación, con la muerte de más de doscientas personas, mientras que alrededor de diez mil acabaron intoxicadas.

**Cuadro 9 Episodios relacionados con la propagación aérea del agente tóxico**

Agente tóxico	Localización	Fecha	Consecuencias
Smog, neblina rica en compuestos azufrados	Londres	1952	> 100.000 afectados, > 4.000 muertes Cambios relevantes en las políticas medioambientales
1,2-dibromo-3-cloro-propano en plantaciones	Costa Rica	1970-1980	Más de 1.500 afectados
Metilisocianato	Bhopal, India	1984	200.000 afectados, 3.000 muertes
$^{131}\text{I}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{132}\text{Te}$ , $^{90}\text{Sr}$	Chernóbil, Ucrania	1986	> 600.000 afectados
Sarín	Tokio	1995	5.000 afectados, 12 muertes
Sulfuro de hidrógeno	China	2002	10.000 afectados, 240 muertes

Nota: Nogué (2019, p. 25).

La era tecnológica e industrial ha puesto en manos del hombre, para su uso cotidiano, unos ciento setenta mil productos, de los treinta y cinco millones de sustancias químicas que han sido sintetizadas (Registro del Chemical Abstract Service, División de la American Chemistry Society, mayo, 2008), número que se incrementa sin cesar con los millares sintetizados cada año. Estos productos, de innegable utilidad en la mayoría de los casos, constituyen un arsenal de cuya peligrosidad no solemos tener conciencia. El diario, y a veces despreocupado, contacto y empleo de los productos químicos (incluidos los farmacéuticos), se traduce en la multiplicación de las intoxicaciones en sus diferentes clases (Repetto y Repetto, 2009, p. XXI).

### **Tendencias en la Evaluación del Riesgo Tóxico**

Como última tendencia se ha identificado la de evaluación del riesgo tóxico. Para ello, es necesario, primeramente, definir el proceso de evaluación de riesgo, así que se sigue el Programa Internacional sobre Seguridad de las Sustancias Químicas (2017), el cual señala:

Es un proceso concebido para determinar el riesgo de un determinado organismo, sistema o subpoblación objetivo incluyendo la identificación de incertidumbres consiguientes, la exposición resultante a un agente concreto, considerando las características inherentes del agente de interés así como las características del sistema objetivo concreto (p. 4).

Según lo anterior, al hablarse de evaluación de riesgo en materia de sustancias químicas se comprende que consiste en la valoración del riesgo que un agente determinado pueda ocasionar y, entonces, requiera de una comprensión para saber cómo tratarlo. Se relaciona con lo también mencionado por parte de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2021) que le reconoce el carácter de procesos, por lo cual se recolecta información disponible acerca de los efectos tóxicos de una sustancia química, para así establecer los posibles riesgos debido a su exposición.

El considerar la evaluación de riesgo como tendencia de estudio en toxicología, permite señalar que el objeto de este tipo de evaluaciones que se da en contextos de sustancias químicas, posiblemente peligrosas, debe ser el de sustentar, a través de las pruebas científicas y con visiones de transparencia, los escenarios de riesgo que deban ser informados para la debida toma de decisiones y se dé paso a la gestión adecuada de estos riesgos. Debe reconocerse que estas acciones tendrán influencias prácticas, así como políticas y económicas (Greim y Snyder, 2019, p. 32).

Sobre el argumento, Greim y Snyder (2019, p. 32) agregan que las decisiones de gestión de riesgo debe tomar en cuenta las aspiraciones sociales, así como los efectos que ocasione en este ámbito, pero además, recalcan que se debe contemplar los costos económicos, la viabilidad e incluso los recursos disponibles o la posibilidad de alternativas. Una vez lograda la idónea identificación de riesgo, se debe proceder con el establecimiento de opciones que permitan llevar a cabo su adecuada gestión, ya sea para disminuirlo o eliminarlo. Los autores además, agregan:

Las decisiones finales de gestión de riesgos a menudo se basan en un análisis de costo-beneficio socioeconómico (CBA), que puede considerar factores como la viabilidad técnica, cuestiones sociales y económicas, valores éticos y culturales, y la situación legislativa y política, así como consideraciones científicas (Greim y Snyder, 2019, p. 32).

Al partir de los argumentos anteriores, llega a ser calve realizar la comprensión de que este proceso de evaluación de riesgo tóxico, contempla una serie de fases que las persona profesiona en el área debe considerar en su ejercicio profesional, las cuales son: la identificación del riesgo, evaluación de la exposición, evaluación de la dosis y potencia tóxica y caracterización del riesgo.

Para el caso de la identificación del riesgo, se toma en cuenta a la IPCS (2017) en donde se señala “identifica el tipo y el carácter de los efectos sanitarios adversos” (p. 4). Esto se puede comprender como el momento reflexivo-análítico en donde se deben reconocer las condiciones sanitarias desfavorables. Se da paso a la segunda fase: la respuesta a la dosis y potencia tóxica, que la IPCS (2017, p. 4) indica como la descripción, a nivel cuantitativo y cualitativo, de la caracterización de la sustancia considerada con capacidad de producir efectos riesgosos para la salud.

Como tercer paso, está la evaluación de la exposición, la cual, según la IPCS (2017, p. 4) consiste en la valoración de la concentración o cantidad de un agente en específico y que llegue a impactar a una población objetivo. Así, los criterios de evaluación se enfocan en aspectos como la magnitud, frecuencia, duración, ruta y grado. Como última fase, se aborda la caracterización de riesgos, lo cual consiste en brindar las recomendaciones sustentadas en procesos científicos que se puedan compartir para llevar a cabo la toma de decisiones en pro de mitigar o eliminar los riesgos.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### Enfoque de la investigación

En esta investigación, se determina que el enfoque cualitativo enmarca el fenómeno en estudio. Barrantes (2013) señala que el énfasis se da en la profundización y análisis que no se puede, necesariamente, traducir a términos matemáticos, sino, busca responder a interrogantes cuya finalidad es explicar las situaciones de un momento determinado. Así, este estudio no busca generalizar la información, sino, hacer comprensión de tendencias de aprendizaje desarrolladas en centros de enseñanza superior específico.

Además, siguiendo los argumentos de Hernández, Fernández y Baptista (2014) se analiza que el estudio empata con las siguientes características del enfoque cualitativo:

- Se basa más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas).
- Va de lo particular a lo general.
- La recolección (de datos) consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (...).
- El investigador hace preguntas más abiertas, recaba datos expresados a través del lenguaje escrito, verbal y no verbal, así como visual, los cuales describe, analiza y convierte en temas que vincula, y reconoce sus tendencias personales (p. 8).

De tal manera, desde los objetivos de este estudio se busca hacer un análisis que permita conocer las tendencias de toxicología que se han desarrollado a nivel internacional en facultades de farmacia. Se hace una lógica de explicación y descripción que permita identificar esas tendencias, promovidas en las universidades latinoamericanas y españolas, desde sus planes curriculares, para así llegar a establecer una comparación con lo proyectado a nivel de la universidad en estudio; esto genera un análisis de lo particular a lo general.

Además, con el fin de describir las necesidades y retos que enfrenta la UIA en materia de

tendencia en toxicología, es vital dar voz a los sujetos fuentes de información para el estudio. Por ello, como parte del proceso de recolección de datos se hará uso de instrumentos de preguntas abiertas para hacer análisis basado en el lenguaje escrito.

### **Diseño de la investigación**

El diseño de este trabajo se enmarca en la investigación-acción. Campos y Madriz (2017) lo definen como un “proceso en el cual (...) se escudriña un fenómeno o una realidad donde se desarrollan acciones específicas que conducen al cambio sustantivo de ellos” (p. 6). De tal manera, este diseño investigativo busca ofrecer una comprensión del problema en estudio con la finalidad de aportar en la mejora o transformación de la problemática.

Es importante justificar la selección de este diseño, para ello, se sigue a Galo de Lara (2007, p. 67) citado por Campos y Madriz (2017, p. 26), quien señala que la investigación acción se caracteriza por:

- Utiliza un enfoque holístico o integral del objeto o fenómeno investigado.
- Fusiona la teoría y la práctica durante el proceso.
- Parte de la necesidad sentida de cambiar.
- Se orienta a la reflexión continua sobre el fenómeno estudiado y sobre la condición de los participantes o sujetos de la investigación.
- Promueve la conciencia crítica y la movilización hacia la transformación social.

A partir de las cualidades de la investigación-acción y contraposición con los objetivos de esta investigación, se observa que hay un interés en hacer una comprensión integral de la toxicología, al partir de la comprensión de cómo es esta fomentada en el proceso de aprendizaje de las personas que se preparan como farmacéuticos; ello, por cuanto los conocimientos construidos desde la fase de formación didáctica son determinantes para el ejercicio profesional de la carrera.

Interesa ofrecer reflexión para valorar lo que en otras latitudes se ha desarrollado y establecer las similitudes o diferencias a nivel nacional que con la universidad en estudio se surgen, y con ello determinar cómo se puede promover una transformación de la enseñanza de esta temática, acorde con los avances docentes ejecutados en otras universidades.

### **Fuentes de información**

En este apartado se ofrece la información sobre los tipos de fuentes utilizadas en la presente investigación. Para ello, se mencionan las fuentes primarias y secundarias, en donde se exponen los documentos y sujetos que brindarán datos e información al estudio.

#### **Fuentes primarias**

Sobre las fuentes primarias, Gómez (2016), señala que están aquellas basadas en documentos cuyo origen está en una institución pública, privada o sin fines de lucro y se caracterizan porque son publicadas por el ente que recopiló primero los datos. De tal manera, para efectos de este estudio, se utilizan las siguientes fuentes:

- Documentación de los planes y programas de estudio de las universidades consideradas para la investigación.
- Participación de los sujetos como director de carrera, profesores y estudiantado de la UIA.

#### **Fuentes secundarias**

En cuanto las fuentes secundarias, Gómez (2016) las establece como aquellas en donde una tercera persona utiliza una fuente de otra institución, empresa o persona, para hacer una nueva publicación. Así, en el presente estudio las fuentes de este tipo serán:

- Tesis académicas
- Artículos científicos
- Reportajes en medios de comunicación

## **Selección de la muestra**

En este apartado se ofrece la información explicativa del proceso de selección de muestra que implica este estudio. Se parte de que tal muestra se da bajo un enfoque cualitativo y que hará uso de participación de personas, como de la selección organizativa de enseñanza universitaria.

### **Delimitación de la muestra.**

Hernández et al (2014) señalan que la muestra en el proceso cualitativo hace alusión a un grupo de personas, pero también de eventos, sucesos, comunidades o algún otro tipo de representación, de la cual se deben recopilar datos no necesariamente por medio de una estadística. Este estudio delimita su muestra en dos niveles, primero, sobre las instituciones universitarias contempladas para conocer sus tendencias en toxicología; en segundo momento, se contempla la participación de personas representantes de la UIA para que brinden sus perspectivas.

### **Tipo de muestra**

La muestra por utilizar se clasifica en la de casos importantes, señalada por Hernández et al. (2014), pues consiste en la selección de participantes de relevancia, debido a sus conocimientos sobre el fenómeno en estudio. Por ello, dejarlos por fuera es perder la oportunidad de recopilar información vital.

Por ello, a nivel de muestra de la UIA, se consideran:

- Dos personas docentes del área de toxicología.
- Una persona estudiante que ya haya llevado el curso de toxicología.
- Una persona que esté llevando actualmente el curso.

En cuanto a la muestra de las instituciones universitarias se consideran las siguientes:

- Universidad Católica de Murcia
- Universidad Complutense de Madrid

- Universidad de Alcalá
- Universidad Autónoma de México
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras
- Universidad de Costa Rica
- Universidad Ciencias Médicas (UCIMED)
- Universidad Latina

### **Criterios de inclusión**

La muestra ha sido seleccionada al considerar los siguientes criterios de inclusión:

A nivel de muestra de la población participante de la UIA, se considera:

- Se incluya a las personas docentes, pues ponen en práctica, a través de su mediación pedagógica, la implementación de los contenidos que el plan de estudio tiene sobre la toxicología.
- Se incluyen a las personas estudiantes, propiamente al egresado, pues brinda la oportunidad de conocer sus perspectivas de la experiencia que concluyó en 2020. Entretanto, quien esté llevando el curso, brinda la visión de lo que se ofrece actualmente, en el periodo 2021.
- Las universidades seleccionadas para la muestra se incluyen porque se consideran como los referentes para conocer sus experiencias, pues cuentan con al menos un curso en el área de toxicología.

### **Criterios de exclusión**

De la muestra se excluye a las personas estudiantes que no hayan llevado el curso de toxicología y a los docentes que no impartan la materia. Además, se excluyen universidades de Europa que no son de habla hispana y universidades del continente americano que no hablen

español.

### **Unidades de Análisis**

Al ser un estudio con enfoque cualitativo, se trabaja con categorías de análisis. Estas se entienden como conceptos que, relacionados con la problemática de la investigación, extraen de ella subcategorías y es de importancia definir las conceptualmente (Campos, 2019, p. 92). De tal manera, el presente estudio cuenta con las siguientes categorías: tendencias de enseñanza de la toxicología, planes de estudio de toxicología, necesidades en cuanto currículo de toxicología y retos en cuanto currículo de toxicología.

**Cuadro 10 Categorías de análisis**

Objetivos	Categorías	Definición conceptual	Subcategoría	Instrumentos
Identificar tendencias en la enseñanza de toxicología fomentados desde las Facultades de Farmacia de las universidades internacionales y nacionales para la comprensión de las temáticas actuales de la disciplina de farmacia.	las Tendencias en la enseñanza de toxicología.	Refiere a las actuales subdivisiones, ramas o enfoques de la toxicología que se integran en la persona farmacéutica para complementar y orientar las salidas profesionales formados desde una base científica y tecnológica de aprendizaje que impulsan hacia las ciencias de la vida y de la salud (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación [ANECA], 2005, p. 67).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de objetivos de aprendizaje.</li> <li>2. Tipo de enfoques de la toxicología.</li> <li>3. Características de los opciones de salida profesionales.</li> </ol>	Esta categoría será estudiada a través de una matriz de doble entrada de análisis documental.
Establecer diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología de las facultades de Farmacia de las universidades internacionales y nacionales junto con los de la Facultad de Farmacia de la UIA para la identificación de buenas prácticas en la malla curricular.	Planes de estudio de toxicología.	Es una herramienta que brinda guía y orientación a la persona docente en conjunto con el estudiante durante el proceso de enseñanza y aprendizaje en el campo de la toxicología. Además, posibilita predecir el propósito, los contenidos, métodos de evaluación y didáctica de manera planificada y en un tiempo determinado. Por lo tanto, contribuye a formar integralmente a los profesionales del mañana.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de contenidos.</li> <li>2. Tipo de sistema de evaluación.</li> <li>3. Clasificación de estrategias de aprendizaje de la toxicología (métodos).</li> </ol>	Esta categoría será estudiada a través de una matriz de doble entrada de análisis documental.

---

(Antezana, 2015, p. 100).

<p>Describir las necesidades y retos en cuanto el currículo sobre la Toxicología de la Facultad de Farmacia de la UIA para una actualización en concordancia con las tendencias internacionales.</p>	<p>Necesidades en cuanto currículo de toxicología.</p> <p>Retos en cuanto currículo de toxicología.</p>	<p>Es un concepto que se asocia al ofrecimiento de una solución de problemas mediante la innovación, mejora o cambios en el currículo de toxicología (Moreno, Palomino, Frías &amp; Pino, 2015).</p> <p>Corresponde al desafío para realizar un objetivo (Real Academia Española, 2020). Por lo tanto, implica dificultades en la integración de mejoras o actualizaciones al plan de estudio de toxicología.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de necesidades a nivel docente.</li> <li>2. Identificación de necesidades a nivel estudiantil.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de retos a nivel de experiencia docente.</li> <li>2. Identificación de retos a nivel de experiencia estudiantado.</li> </ol>	<p>Esta categoría será estudiada a través de una entrevista semiestructurada dirigida al cuerpo docente del curso de Toxicología y a un estudiante que haya llevado el curso en el ciclo lectivo pasado y uno que se encuentre cursándolo en este periodo.</p>
--	---	---	--	--

---

## **Instrumentos**

En esta sección se ofrece la exposición de los instrumentos para recolectar información. Cada uno de ellos responde a un objetivo específico y su construcción se basó en las categorías de análisis identificadas. En el caso del instrumento de la entrevista dirigida, tanto para la comunidad estudiantil como para el cuerpo docente, se contó con la opción de validar por expertos, quienes fueron personas docentes de la carrera de Farmacia de la UIA, que brindaron recomendaciones para el planteamiento de los interrogantes de una manera más efectiva.

### **Matriz de Doble Entrada**

En cuanto al cuadro o matriz de doble entrada, Barrantes (2013), explica que se caracteriza por estar diseñado en dos columnas, las cuales indican los conceptos o aspectos que serán observados; además es importante “tener muy claro el objetivo, los indicadores por observar y el tipo de calificación” (Barrantes, 2013, p. 261). Por ello, este instrumento responde a dos objetivos específicos.

Propiamente, se enfoca en el primer objetivo específico, el cual busca identificar las tendencias de enseñanza sobre toxicología ofrecidas desde universidad seleccionada como muestra para la presente investigación. Este responde a la categoría principal de tendencias de enseñanza de la toxicología; cuenta con tres subcategorías que generan siete criterios. La información será recopilada a través de los planes de estudio, programas de los cursos y documentación informativa de las iniciativas de toxicología que divulguen los centros de enseñanza.

El segundo objetivo específico que se aborda busca establecer las diferencias y similitudes entre los planes de estudio entre las universidades seleccionadas y la UIA. Para ello, la categoría principal es planes de estudios, los criterios por analizar son ocho. La información será recopilada a través de los planes de estudio y programas de curso. Las matrices propiamente diseñadas se pueden visualizar en los anexos 1 y 2.

### **Entrevista semiestructurada**

Este instrumento se selecciona debido a su característica de flexibilidad, pues consiste en un listado de ítems que recaban información, de un tipo de guion que permite variaciones de acuerdo con el comportamiento y ambiente generados en el transcurso de la entrevista (Campos y Madriz, 2017, p. 86). Las siguientes cualidades son resaltadas por Muñoz et al (2001, p. 140) citado por Campos y Madriz (2017, p. 86), pues señalan una serie de directrices que se deben considerar para la persona entrevistadora:

- Articular y dar sentido al trabajo de campo.
- Aunque son genéricas, siempre delimitan el campo temático y orientan la ejecución de las entrevistas.
- Constituyen el marco de la recolección de los datos
- Deben formularse a partir de un análisis de las percepciones, las experiencias vividas y la revisión bibliográfica realizada previamente.
- Están en consonancia con el problema y los objetivos de la investigación (Muñoz et al, 2001, p. 140) citado por Campos y Madriz (2017, p. 86).

Así, este instrumento responde al tercer objetivo específico del estudio, el cual se enfoca en la descripción de las necesidades y retos identificables en el currículo sobre Toxicología, en la carrera de Farmacia de la UIA. Se ofrece un grupo de ítems para ser consultados a la persona directora de la Escuela, a una persona docente del curso Toxicología, así como a estudiantes egresados y que lo estén cursando en el ciclo lectivo 2021.

En cuanto la confección del instrumento correspondiente al cuerpo docente especializado en el curso de Toxicología de la carrera de Farmacia, son un total de 22 ítems (pueden verse en el anexo 3). Para el caso de la entrevista a las personas estudiantes, propiamente para quienes ya llevaron el curso, son un total de 25 preguntas y para la persona que lo cursa durante el ciclo lectivo 2021, son 26 preguntas (pueden verse en el anexo 4 y 5, respectivamente).

Sobre el procedimiento de aplicación del instrumento, este se hará de manera virtual, en concordancia con las medidas sanitarias dictadas por el Ministerio de Salud para mantener un distanciamiento físico. Se hará por medio de la plataforma Zoom, en donde se le consultará a la

persona si autoriza que la entrevista sea grabada, para fines de la sistematización de las respuestas.

### **Procedimiento de Recolección y Análisis de Datos**

Para esta sección, se asume la lógica que comparten Campos y Madriz (2017, p. 113), donde se explica que lo recomendable es realizar las fases de recolección y análisis de manera simultánea, en especial, por ser la forma más adecuada para una investigación cualitativa. Así, en los diferentes momentos en que se irá aplicando un determinado instrumento, se procede con la respectiva comprensión analítica de la información y los datos obtenidos.

El tratamiento de la información será por medio del software Excel, pues la acción de generar celdas para organizar la información y datos se considera como herramienta clave para establecer la traducción de las categorías y subcategorías correspondientes a cada uno de los objetivos específicos del estudio. Lo importante, es tener las condiciones adecuadas para “profundizar en la comprensión del fenómeno en estudio” (Campos y Madriz, 2017, p. 115).

El análisis de la información recopilada se realizará a través de cuadros, figuras o esquemas, según sean las condiciones en que evolucionen las categorías y subcategorías. Se hará una comprensión bajo la lógica de responder a cada uno de los objetivos específicos. El fin es llegar a ofrecer comparaciones y contrastes para la reflexión integral del fenómeno en estudio (Campos y Madriz, 2017, p. 114).

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se procede a analizar los datos e información acopiados durante la fase de recolección. Se exponen las interpretaciones al tomar en consideración cada uno de los alcances contemplados en los objetivos específicos del estudio y sus respectivas categorías y subcategorías. Se plantean cuatro secciones: la primera, enfocada en la identificación de las tendencias en enseñanza de la toxicología, a partir de lo desarrollado desde universidades internacionales, las cuales han sido seleccionadas al considerar países como España, México y Honduras, lo cual corresponde a la primera categoría de tendencias en la enseñanza de toxicología

En una segunda sección, aún en el nivel de identificación para la primera categoría, se plantea, de igual forma, la revisión de las tendencias de enseñanza de la toxicología, pero ahora en relación con las universidades nacionales que ofrecen la carrera de Farmacia. En un tercer subapartado, se establecen las diferencias y similitudes en la enseñanza de la toxicología, entre la UIA y las universidades, internacionales y nacionales, abordadas en las dos secciones anteriores; con ello se responde al segundo objetivo específico y su categoría de planes de estudio de toxicología.

Por último, se brinda un cuarto subtítulo, correspondiente al tercer objetivo específico y a las últimas dos categorías en que se describen las necesidades y retos presentes en el currículo de toxicología de la UIA, a partir de haber tomado en cuenta las percepciones de los agentes educativos involucrados en el proceso de aprendizaje de la carrera de Farmacia: cuerpo docente y estudiantado.

### **Categoría 1: Tendencias en la enseñanza de toxicología en universidades internacionales**

La toxicología es una disciplina que permea la labor de las personas profesionales en farmacia, por ello es fundamental que las instituciones de educación superior contemplen, desde sus diseños curriculares y planes de estudio, un adecuado abordaje de cómo se espera que las personas estudiantes de la carrera, puedan desarrollar conocimientos en la materia. A continuación, se procede con la identificación de las tendencias de enseñanza en toxicología de cinco universidades ubicadas fuera de las fronteras costarricenses, para así poder comprender cómo han sido desarrollados los procesos de aprendizaje ofertados a la comunidad estudiantil y a la profesión como tal.

De tal manera, se procede a exponer una serie de criterios diseñados desde el instrumento de cuadro de doble entrada, que ha permitido realizar un análisis documental de los sitios web, malla curricular y programas de curso de Toxicología de cada una de las universidades seleccionadas. Los criterios considerados son siete objetivos de aprendizaje de la carrera, estructura del sistema educativo de la carrera, estructura de la(s) asignatura(s) de Toxicología, objetivo de aprendizaje asignaturas de Toxicología, modelo recomendado de mediación andragógica en asignaturas de Toxicología, modelo de evaluación en asignaturas de Toxicología, tipo de tendencias fomentadas.

### **Universidad Católica de Murcia**

Se ha seleccionado la Universidad Católica de Murcia (UCAM), la cual es una institución privada ubicada en Murcia, España. Según se indica en su sitio web, se fundó en 1996, su oferta académica engloba desde estudios de grados hasta postgrados. En la Facultad de Ciencias de la Salud se ubica el grado de Farmacia (UCAM, 2021a). El motivo de su consideración en este estudio se debió a su alcance en la web para divulgar información relacionada con los planes de estudio y el programa de la asignatura de Toxicología.

Para iniciar con la exposición de los datos e información recopilados desde el análisis de contenido, se consideró, primeramente, el criterio del objetivo de aprendizaje de la carrera de Farmacia que la universidad considera. Sin embargo, al revisarse el sitio web y el folleto de la carrera, no fue posible identificar explícitamente el objetivo que la universidad plantea. No obstante, al analizar de manera interpretativa, se puede reflexionar que hay un interés por proyectar una formación dirigida a la práctica en empresas. Propiamente el folleto de la carrera señala que se ofrecen convenios con entidades de la industria farmacéutica para que puedan realizar prácticas acreditadas, ya sea en oficinas, a nivel hospitalario, en clínicas o en centros de investigación (UCAM, 2021b).

Tal como se puede comprender de la cita anterior, la UCAM busca ofrecer experiencias de aprendizaje que permita a las personas estudiantes adquirir práctica dentro de los espacios que el mercado laboral español puede ofrecer. De tal forma, se observa un interés por el enfoque en farmacia hospitalaria, aunado con un reforzamiento por la visión investigadora que se puede gestar desde la disciplina. En el caso del segundo criterio, el interés fue comprender la estructura del sistema educativo de la carrera, en donde se identificó que esta se ubica a un nivel de grado y

se imparte de forma semestral. Esto representa una duración de 2 años y seis meses, aproximadamente, pues está dividido en cinco ciclos (UCAM, 2021b).

En cuanto el tercer criterio, se indagó sobre la estructura de la asignatura de Toxicología, en donde se identificó que solo hay un curso de esta rama, específicamente el curso se llama Toxicología, con el código 10555 y es de tipo obligatorio. Además, cuenta con un total de 6 créditos, 150 horas de actividades formativas y se ofrece en el último semestre, es decir, en el quinto ciclo. Asimismo, se logra observar que no se establecen requisitos para llevarlo. Aunque, si se considera que está en el último ciclo de la carrera, se puede asumir como ideal que la persona estudiante haya completado de forma ordenada la malla curricular, para poder presentarse en este curso y tener un mejor aprovechamiento de los contenidos y conocimientos que genere. El curso posee un laboratorio para la realización de prácticas (UCAM, 2021c, pp. 1-2).

Como cuarto criterio, se consideró importante señalar el objetivo de aprendizaje que plantea la asignatura de Toxicología de la UCAM; son nueve los objetivos que se contemplan desde el programa del curso y son claves para este estudio, pues permiten hacer la identificación de las tendencias de enseñanza en la materia, aspecto que más adelante será abordado. A continuación, se cita cada uno de los objetivos:

## Gráfico 1 Objetivos de la asignatura, UCAM

---

Proporcionar al alumno el conocimiento de los fundamentos y principios básicos de la Toxicología.

---

Conocer la etiología general de las intoxicaciones y su tratamiento.

---

Saber definir los criterios de toxicidad y las unidades toxicológicas.

---

Identificar y distinguir los distintos procesos toxicocinéticos y presentar mecanismos de acción tóxica de agentes químicos.

---

Describir y valorar los distintos bioensayos toxicológicos básicos para evaluar la seguridad de medicamentos y xenobióticos.

---

Proporcionar conocimientos de los principales tipos de accidentes iatrogénicos para los grupos terapéuticos de medicamentos, plantas medicinales y drogas de abuso, sus mecanismos de toxicidad, medidas para el tratamiento de las intoxicaciones por sobredosificación y las medidas preventivas.

---

Proporcionar conocimientos de los principales tóxicos medioambientales, su origen, transporte, movilidad y disponibilidad en los distintos medios, los procesos de bioacumulación, bioconcentración, biomagnificación y persistencia, los efectos tóxicos en el medio ambiente y mecanismos de remediación y prevención de la contaminación ambiental.

---

Dar a conocer la Toxicología Reguladora presentando las Agencias de Medicamentos, Agencias alimentarias y Agencias del medio ambiente, sus funciones y programas reguladores.

---

Aportar conocimientos sobre evaluación del riesgo para la salud humana y medioambiental del uso de medicamentos, drogas de abuso, consumo de alimentos y liberación de tóxicos al medio ambiente

Nota: Elaboración propia basado en UCAM (2021c, p. 2).

De lo anterior, es posible destacar que los objetivos de aprendizaje por promover desde el curso de Toxicología, busca conocer fundamentos y principios básicos de la disciplina. Además, generar conocimiento a nivel de etiología de las intoxicaciones y sus tratamientos; así mismo, se espera que el estudiantado sepa definir criterios de toxicidad. Se destaca un interés por la identificación y distinción de procesos toxicocinéticos y mecanismos de acción tóxica de agentes químicos. A su vez, se proyecta una descripción y valoración de los bioensayos toxicológicos. También, proporcionar conocimientos de tipos de accidentes iatrogénicos y drogas de abuso, como otros, así como, conocimientos en tóxicos medioambientales. Del mismo modo, se observa

que busca dar a conocer aspectos de la toxicología reguladora y aportar en los conocimientos sobre evaluación del riesgo, tanto para la salud humana como medioambiental.

El quinto criterio de análisis corresponde al modelo de mediación andragógica que se recomienda desde el programa del curso. Donde se visualiza el uso de estrategias como seminarios, tutorías académicas y prácticas de laboratorio. Se evidencia un rol activo del cuerpo docente como mediador en la facilitación de los contenidos para que el estudiantado construya el conocimiento práctico.

La idea anterior permite introducir el sexto criterio, enfocado en el modelo de evaluación señalado para la asignatura. El 40% de la nota corresponde a las actividades realizadas durante los seminarios, lo cual es por medio de ejercicios prácticos, exposiciones y casos clínicos, así como otros que asigne la persona docente. Entretanto, el otro 60% de la nota corresponde a pruebas teóricas, por medio de exámenes, cuestionarios teórico-prácticos y resolución de supuestos presentados a partir de los contenidos de clase.

Como sétimo criterio, el cual es medular de este estudio, se procede a desarrollar la identificación de los tipos o tipo de tendencias de toxicología, consideradas desde el programa de la UCAM. Para ello, se hace la revisión de las competencias específicas que el programa señala y desarrolladas por el estudiantado al cursar esta asignatura. Así, se ha identificado la presencia de tres tendencias: la celular y molecular, la clínica y la analítica.

Se afirma que la tendencia analítica es contemplada, debido a que menciona el “conocer las técnicas analíticas relacionadas con diagnóstico de laboratorio, tóxicos, alimentos y medioambiente” (UCAM, 2021c, p. 6). Con lo anterior se puede reflexionar que al mencionarse las técnicas analíticas, se aborda la finalidad de la tendencia analítica por “hallar la presencia de sustancias con valor tóxico” (Facultad de Ciencias Médicas de Managua, s.f., párr. 35). Lo anterior permite suponer que dentro del proceso de aprendizaje se le dota a la persona estudiante de conocimientos sobre el uso de los implementos y equipos requeridos para proceder con la detección de los elementos tóxicos que resultan de los xenobióticos.

También, se identifica la presencia de la tendencia celular y molecular, con una mayor intensidad de mención, pues se lee implícitamente en dos competencias específicas. En la primera

se indica que la persona estudiante puede “conocer las propiedades y mecanismos de acción de los fármacos” (UCAM, 2021c, p. 6), esto permite comprender cómo actúan los agentes químicos en el organismo, pues, al señalarse los mecanismos de acción, se hace un reconocimiento de las interacciones moleculares dentro y fuera de las células.

A su vez, se detectó una competencia específica vinculada con la tendencia celular y molecular, pero, también con la tendencia clínica. Propiamente la competencia señala:

Conocer y comprender la estructura y función del cuerpo humano, así como los mecanismos generales de la enfermedad, alteraciones moleculares, estructurales y funcionales, expresión sindrómica y herramientas terapéuticas para restaurar la salud. Conocer la Naturaleza, mecanismo de acción y efecto de los tóxicos, así como los recursos en caso de intoxicación (UCAM, 2021c, p. 6).

De la cita anterior se puede observar que el argumento identificable como tendencia celular y molecular es en la parte donde se señala “(...) alteraciones moleculares, estructurales y funcionales, expresión sindrómica (...)” (UCAM, 2021c, p. 6); esto nuevamente recalca la construcción de conocimientos en las personas estudiantes en la comprensión de los impactos en la forma que ocurren las interacciones de las moléculas y cómo esto puede desencadenar efectos en los organismos.

En cuanto la tendencia clínica, esta se identifica porque la competencia específica recalca aspectos como “Conocer y comprender la estructura y función del cuerpo humano (...) herramientas terapéuticas para restaurar la salud. Conocer la naturaleza, mecanismo de acción y efecto de los tóxicos, así como los recursos en caso de intoxicación” (UCAM, 2021c, p. 6). Este tipo de tendencia se caracteriza porque “se encarga de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones” (Torres, 2016, p. 16). Por lo tanto, con esta competencia se puede presuponer que la UCAM también busca generar una formación profesional para que las personas estudiantes puedan tener una adecuada comprensión de las sintomatología, el manejo de la persona paciente y uso de antídotos oportunos, según sea la situación.

Interesa, además, hacer un reconocimiento de las tendencias a partir de los tipos de contenidos que la asignatura ofrece para la comunidad estudiantil, los cuales se muestran en el cuadro 11 y son enumerados a continuación:

**Cuadro 11 Tendencias en Toxicología según contenido de la carrera de Farmacia de la UCAM**

Tema General	Aspectos que se imparten	Tendencia Identificada
Fases del fenómeno tóxico y factores que influyen en la biodisponibilidad	Exposición. Conceptos de disponibilidad física y disponibilidad biológica. Vías naturales de penetración en el organismo. Fijación y acumulación. Biotransformación. Eliminación versus bioactivación. Diferencias interespecíficas e interindividuales. Polimorfismos genéticos. Fenómenos de inducción enzimática.	Toxicología molecular y celular
Mecanismos de acción de tóxicos	Principales mecanismos de toxicidad. Estructuras y funciones celulares. Tipos de muerte celular. Formación de compuestos electrofílicos. Formación de radicales libres. Peroxidación lipídica. Mecanismos protectores.	Toxicología molecular y celular
Fundamentos de la terapéutica antitóxica	Procedimientos para disminuir la absorción y favorecer la eliminación. Principios generales para el empleo de antagonistas y antidotos. Principales antagonistas. Principales antidotos.	Toxicología clínica
Toxicidad de medicamentos	Toxicidad por sobredosificación y reacciones adversas. Clasificación de las reacciones adversas y mecanismos de producción. Métodos y sistemas de detección. Índice terapéutico y margen de seguridad. Fármacos con bajo y alto índice terapéutico.	Toxicología clínica
Mutagénesis	Concepto de genotoxicidad. Alteraciones genéticas provocadas por sustancias químicas. Mecanismos moleculares de mutación. Métodos y estrategia de evaluación. Clasificación de mutágenos.	Toxicología molecular y celular
Carcinogénesis química	Cáncer y mutación: perspectiva histórica. Definición de carcinógeno: tipos de evidencias. Fases del proceso canceroso. Clasificación de carcinógenos químicos. Biotransformación de carcinógenos. Carcinógenos genotóxicos y no genotóxicos. Métodos de evaluación.	Toxicología molecular y celular
Toxicología de la reproducción	Concepto y desarrollo histórico. Periodos críticos de susceptibilidad. Principales factores moduladores. Patrones de respuesta. Métodos de evaluación. Productos químicos teratogénicos.	Toxicología molecular y celular
Medio ambiente y salud	Ecología y salud. Medio ambiente. Concepto. Interacciones hombre-medio. Epidemiología Ambiental.	Ecotoxicología

---

	Gestión de las aguas residuales urbanas, rurales e industriales. Residuos sólidos urbanos y rurales. Concepto, composición y tratamiento. Residuos biosanitarios. Concepto, composición y tratamiento. Desinsectación. Desratización. El problema de los plaguicidas	
Ensayos de toxicidad	Principios generales y tipos de ensayos. Ensayos de toxicidad general: por administración única (aguda), y por administración repetida (subcrónica y crónica). Evaluación de la toxicidad hepática y renal. Cuantificación de la toxicidad: índices de toxicidad aguda y crónica.	Toxicología analítica
Reglamentaciones sobre la experimentación toxicológica	Guías de la OCDE, Directivas de la UE, Normas BPL, Principios éticos de la experimentación animal. Guías ICH.	Evaluación del riesgo tóxico
Métodos alternativos	Estrategia de las 3Rs. Validación de métodos alternativos. Métodos validados. Métodos in vitro alternativos. Estrategia de evaluación de la corrosión/irritación dérmica y ocular y fototoxicidad.	Toxicología analítica
Evaluación del riesgo tóxico	Riesgo para la salud humana y riesgo medioambiental. Riesgo y percepción del riesgo. Fases del proceso: evaluación, gestión y comunicación. Estrategias de evaluación de riesgo. Fases de la evaluación de riesgos: identificación del peligro, evaluación de la exposición, evaluación de la dosis-respuesta, caracterización del riesgo.	Evaluación del Riesgo Tóxico

---

Nota: Elaboración propia basado en UCAM (2021c, pp. 5-7).

A partir del cuadro anterior, sobresale, nuevamente, la tendencia celular y molecular, pues cinco de los contenidos abordan elementos de su estudio. Se evidencia la inclusión de temáticas como las fases del fenómeno tóxico y factores que influyen en la biodisponibilidad, mecanismos de acción de tóxicos, mutagénesis, carcinogénesis química y toxicología de la reproducción. Al analizarse cada uno de estos contenidos, se recalcan los fines que persigue la tendencia celular y molecular, ofrecidas para la construcción de aprendizajes en el estudiantado, lo cual permite dar garantía de que adquieran las competencias específicas señaladas anteriormente; a su vez, se admite señalar que para la UCAM existe un alto interés en la formación de profesionales con estos conocimientos.

También se ha identificado que en los contenidos hay aspectos vinculados con la tendencia de la toxicología clínica. Se consideran los fundamentos de la terapéutica antitóxica,

donde se enfoca en los procedimientos para la disminución de la absorción y su aporte en la eliminación de la sustancia tóxica, así como el uso de antagonistas y antidotos (UCAM, 2021c, p. 6). Se recalcan los conocimientos que debe haber a nivel del manejo en la persona paciente y del uso de antidotos adecuados.

Además, se contempla el contenido de toxicidad de medicamentos, destacado por la comprensión de la sobredosificación y sus reacciones adversas, así como su clasificación de las reacciones (UCAM, 2021c, p. 6). Esto enfatiza las manifestaciones en las personas pacientes y que requieren una adecuada identificación sintomatológica por parte de quienes le brinden la atención a nivel clínico. En esta misma temática, se señalan aspectos como el enfoque en los métodos y sistemas de detección, índice terapéutico y margen de seguridad, lo cual se puede relacionar con la tercera tendencia reconocida en el programa de la UCAM con mayor mención, que es la analítica.

Es importante recalcar que se hace una comprensión de la tendencia analítica como eje transversal de prácticamente todas las tendencias, por lo cual, su presencia en los contenidos de las asignaturas tendrá esa misma particularidad. No obstante, debido a que en las competencias específicas que recalca la UCAM, fue posible identificar señalamientos de este tipo de tendencia, al revisarse los contenidos, se logra comprender que esto responde a la inclusión de dos temáticas claves para la toxicología analítica: ensayos de toxicidad y métodos alternativos.

Para el caso del contenido de ensayos de toxicidad se observa la inclusión de aspectos como “principios generales y tipos de ensayo. Ensayos de toxicidad general: por administración única (aguda) y por administración repetida (subcrónica y crónica). Evaluación de la toxicidad hepática y renal. Cuantificación de la toxicidad: índices de toxicidad aguda y crónica” (UCAM, 2021c, p. 6). De tal manera que, con este último subtema, el cual incluye la cita, hay una mención directa de la finalidad de esta tendencia, pues se especifica el interés por la cuantificación de la toxicidad, lo que demanda técnicas de análisis.

En cuanto al contenido de métodos alternativos, también ofrece elementos que se pueden catalogar como toxicología analítica, pues recalca el estudio de “estrategia de las 3Rs. Validación de métodos alternativos. Métodos validados. Métodos in vitro alternativos. Estrategia de evaluación de la corrosión/irritación dérmica y ocular y fototoxicidad” (UCAM, 2021c, pp. 6-7).

Así, según la evidencia, la UCAM está ofreciendo experiencias de aprendizaje basado en técnicas modernas que requieren de equipos con nueva tecnología, para una mejor experiencia de construcción de conocimientos.

Por último, la tendencia también hallada consideradamente, es la evaluación del riesgo tóxico, pues toma en cuenta lo que Greim y Snyder (2019) ofrecen desde la visión de en la evaluación de riesgos sobre los peligros tóxicos, pues “plantea el uso de la sustancia en escenarios particulares a fin de informar decisiones de gestión de riesgos; este último paso está influenciado por consideraciones prácticas, políticas y económicas” (p. 32). Por lo tanto, existe una marcada relación en las temáticas que brinda el programa de estudio respecto de las reglamentaciones sobre la experimentación toxicológica y la evaluación de riesgo tóxico.

Por lo tanto, las tendencias en la enseñanza de la toxicología en que hace énfasis la UCAM desde la carrera de Farmacia ,son, en orden de prioridad, la toxicología molecular y celular, clínica, la analítica y la evaluación del riesgo tóxico; esto permitió evidenciar el cumplimiento de las competencias específicas que el programa de estudio de toxicología espera se forme en el futuro profesional en Farmacia y con ello se fomente el conocimiento en el campo hospitalario y se fortalezca su visión investigadora.

### **Universidad Complutense de Madrid**

La Universidad Complutense de Madrid (UCM), es una institución pública ubicada en Madrid, España. Se fundó en el año 1499, fue conocida inicialmente como el Colegio Mayor San Idelfonso. Para el año 1804, se impartió el grado de Farmacia por primera vez. Actualmente, cuenta con veintiséis facultades, de las cuales se ubica la Facultad de Farmacia. Su oferta académica consta de estudios de grado, doble grado, Máster y Doctorado (UCM, 2021a). De igual manera, esta universidad se eligió por su alcance en la web para publicar información referente a los planes de estudio y el programa de la asignatura de Toxicología.

El objetivo de aprendizaje de la carrera de Farmacia que la Universidad considera, se observa de forma interpretativa en el apartado de los conocimientos que la persona estudiante adquiere. En este sentido, se busca que el estudiantado comprenda los aspectos sobre la fabricación de medicamentos y otras materias primas de importancia en el uso humano y

veterinario. A su vez, se espera que determine aspectos para la detección de los efectos terapéuticos y tóxicos de las sustancias las cuales se consideren tengan función farmacológica. Del mismo modo, orienta al futuro profesional en la utilización de método científico para la creación de ensayos preclínicos y clínicos (UCM, 2021b, p. 3).

Enfoca, además, que el estudiante logre implicarse en el diseño, suministro y dispensación de los fármacos, hacer uso racional de estos, gestionar los problemas relacionados con la medicación, brindar recomendaciones sobre farmacoterapia y dietoterapia. Finalmente, fomenta que desde la farmacia clínica y social, se aplique la atención farmacéutica (UCM, 2021b, p. 3).

Para el caso del segundo criterio referente a la estructura del sistema educativo, se identificó que la carrera se ubica a un nivel de grado y se imparte de manera semestral. Esto representa una duración de 2 años y seis meses, aproximadamente, pues está dividido en cinco ciclos (UCM, 2021a).

Como tercer criterio, se observó en la estructura ofrecida por la UCM sobre el área de toxicología, que únicamente se facilita una asignatura referente a esta rama, la cual posee el mismo nombre y es de tipo obligatorio. Tiene un total de 6 créditos, 150 horas de actividades formativas y se ofrece en el último semestre, es decir en el quinto ciclo. Del mismo modo, se logra observar que los requisitos para adquirir los conocimientos de la signatura en investigación, contemplan inicialmente el saber sobre la química, Bioquímica, Fisiología y la Farmacología. Aunque si se considera que está en el último ciclo de la carrera, se puede asumir como ideal que la persona estudiante haya completado, de forma ordenada, la malla curricular, para poder presentarse en este curso y tener un mejor aprovechamiento de los contenidos y conocimientos generados. El curso cuenta con laboratorio para la realización de prácticas (UCM, 2021c, p. 3).

Como cuarto criterio, se indica el objetivo de aprendizaje planteado por la asignatura de Toxicología de la UCM, el cual es de especial relevancia para el reconocimiento de la dirección de enfoque que plantea. Desde la ficha docente de Toxicología, se identificó que el objetivo general “tiene como fin principal proporcionar al alumno los fundamentos y conceptos básicos de toxicología y los aspectos más relevantes de la toxicología medicamentosa, y de agentes no terapéuticos: tóxicos alimentarios y tóxicos medioambientales” (UCM, 2021c, pp. 2-3). Este objetivo recalca el conocimiento fundamental de la Toxicología, para luego dar paso a la

profundización de aprendizajes que implican a la asignatura con el área medicamentosa y sobre el campo de las intoxicaciones relacionadas con los alimentos y el entorno ambiental.

En lo que respecta al modelo de mediación andragógica sugerido en el programa del curso, se visualiza el uso de estrategias como clases magistrales, prácticas de laboratorio y aula informática, seminarios, aprendizaje virtual, tutorías individuales y colectivas, trabajos de búsqueda bibliográfica y exámenes tutorías académicas (UCM, 2021c, p. 13). Con esto se cumple con la visión de ofrecer un rol activo al estudiantado para que construya sus conocimientos a partir de la guía que brinde el cuerpo docente.

Para el sexto criterio de análisis, referente al modelo de evaluación en la asignatura de Toxicología, se observa que se interesa por una evaluación de los contenidos teóricos y prácticos, de lo cual se ofrece un 90% y un 10% respectivamente, de la nota total. El docente puede, en casos que considere oportuno, realizar una evaluación continua, donde aplica pruebas objetivas y actividades dirigidas desde los contenidos teóricos. Esto último para alcanzar mayores competencias y capacidades en el estudiantado (UCM, 2021c, p. 14).

Seguidamente, para la explicación al identificar los tipos de tendencias en Toxicología consideradas en la ficha docente, es pertinente iniciar con las competencias específicas, por lo cual es evidente que existen tendencias a nivel de clínica, investigativa, analítica, evaluación de riesgos y la tendencia molecular y celular.

Se observa que es una tendencia clínica, pues se menciona el “conocer y comprender los fundamentos básicos de los análisis clínicos y las características y contenidos de los dictámenes del diagnóstico de laboratorio” (UCM, 2021c, p. 10). La tendencia identificada se da porque se encarga del abordaje del diagnóstico en las intoxicaciones en los humanos (Torres, 2006, p. 16) y para ello se requiere comprender los valores indicados en los resultados que facilita un laboratorio.

Asímismo, la competencia que indica “conocer y comprender las técnicas utilizadas en el diseño y evaluación de los ensayos preclínicos y clínicos” (UCM, 2021c, p. 10), hace referencia a una tendencia de la toxicología investigativa, pues uno de los fines que aporta es sobre “la elucidación mecanicista de los efectos adversos observados en las fases preclínica o clínica”

(Beilmann, et al. 2019, p. 303). De tal forma, el estudiante reconocerá los métodos que brindan seguridad antes de comercializar los productos utilizados o consumidos por las personas, los cuales pueden causar daños al medioambiente.

A su vez, se halló que la competencias indican “evaluar los efectos toxicológicos de sustancias y diseñar y aplicar las pruebas y análisis correspondientes” y por otra parte el “conocer las técnicas analíticas relacionadas con diagnóstico de laboratorio, tóxicos, alimentos y medioambiente” (UCM, 2021c, p. 10); estas son concernientes a la toxicología analítica, debido a que en concordancia con Flanagan, Cuypers, Maurer y Whelpton (2020) “se ocupa de la detección, identificación y medición” (p. 3) de las sustancias xenobióticas, considerado de importancia para un correcto abordaje en el esclarecimiento de las intoxicaciones.

Del mismo modo, se detectó que las competencias específicas brindadas por la ficha docente de Toxicología de UCM, persigue una misma visión con respecto a la UCAM, por lo cual, se considera que las tendencias pueden tener una semejanza para fomentar el aprendizaje del estudiantado; esto permite reconocer un modelo de perfil profesional de las personas farmacéuticas en España. Incluso, se detectan otras tres competencias compartidas entre ambas instituciones, propiamente las siguientes:

Conocer y comprender la estructura y función del cuerpo humano, así como los mecanismos generales de la enfermedad, alteraciones moleculares, estructurales y funcionales, expresión sindrómica y herramientas terapéuticas para restaurar la salud

Conocer la Naturaleza, mecanismo de acción y efecto de los tóxicos, así como los recursos en caso de intoxicación.

Conocer las Técnicas analíticas relacionadas con diagnóstico de laboratorio, tóxicos, alimentos y medioambiente (UCM, 2021c, p. 10).

Se puede señalar de las competencias anteriores, un interés porque las personas farmacéuticas que vayan a ejercer en España o que hayan sido egresadas de instituciones españolas de educación superior, como las dos analizadas en el estudio, se caractericen por contar con conocimientos a nivel de las enfermedades y farmacoterapéutica, además de la comprender la atención de casos de intoxicación y los métodos diagnósticos.

Por otra parte, existe un interés para que el estudiante obtenga “Conocimiento de las bases del análisis del riesgo (identificación de la peligrosidad, dosis-respuesta, exposición y

caracterización del riesgo, manejo y gestión) de medicamentos y otros agentes no-terapéuticos”. Bajo esta premisa, se reflexiona que la tendencia en la evaluación de riesgos tóxicos, forma parte del interés para la formación sobre aspectos de prevención toxicológica (UCM, 2021c, p. 11).

Respecto al conocimiento sobre las tendencias ofrecidas desde los contenidos que la asignatura aporta a los estudiantes de Farmacia, se identifica en el cuadro 12 una sistematización que permite visualizar las tendencias y las de mayor atención para esta universidad:

**Cuadro 12 Tendencias en Toxicología según contenido de la carrera de Farmacia de la UCM**

<b>Tema General</b>	<b>Aspectos que se imparten</b>	<b>Tendencia Identificada</b>
Toxicidad de los xenobióticos	Toxicocinética (procesos EADME). Toxicodinamia: Toxicidad hepática, renal, hemática, dérmica, SNC y otros.	Toxicología molecular y celular
Toxíndromes, diagnóstico y tratamiento general de las intoxicaciones	<i>Sin mención de subtemas</i>	Toxicología clínica
Toxicología Regulatoria	Legislación y Agencias regulatorias.	Toxicología Regulatoria
Metodología de investigación toxicológica	Modelos de investigación en toxicología: toxicidad dosis única y repetida; toxicidad reproductiva; carcinogénesis y mutagénesis; otros ensayos específicos.	Toxicología investigativa Toxicología molecular y celular
Intoxicaciones producidas por fármacos ansiolíticos, hipnóticos.	Mecanismo de toxicidad, diagnóstico y tratamiento	Toxicología clínica
Intoxicaciones producidas fármacos antidepresivos y antimaniacos	Mecanismo de toxicidad, diagnóstico y tratamiento.	Toxicología clínica
Intoxicaciones producidas fármacos antiinflamatorios no esteroideos	Mecanismo de toxicidad, diagnóstico y tratamiento.	Toxicología clínica
Intoxicaciones producidas fármacos que actúan en sistema cardiovascular	Mecanismo de toxicidad, diagnóstico y tratamiento.	Toxicología clínica
Drogas de abuso (I): intoxicación por sustancias depresoras y psicomiméticas	(Heroína y derivados opioides. Alucinógenos: Cannabis, LSD). Mecanismo de toxicidad, diagnóstico y tratamiento.	Toxicología clínica

Drogas de abuso (II): intoxicación por sustancias psicoestimulantes	(Cocaína, derivados anfetamínicos y drogas de diseño). Mecanismo de toxicidad, diagnóstico y tratamiento.	Toxicología clínica
Toxicidad de plantas medicinales	Mecanismo de toxicidad, diagnóstico y tratamiento.	Toxicología clínica
Toxicología alimentaria	Concepto. Clasificación de los tóxicos de origen alimentario. Marco legal. Organismos Internacionales. Agencias reguladoras. Redes de alerta.	Toxicología alimentaria
Análisis de riesgos alimentarios	Concepto de riesgo y peligro. Evaluación, gestión y comunicación del riesgo.	Evaluación del Riesgo Tóxico
Alérgenos alimentarios	Sustancias causantes de alergias alimentarias. Intolerancias alimentarias.	Toxicología clínica y alimentaria
Factores antinutricionales	Inhibidores enzimáticos. Sustancias que interfieren en la asimilación de minerales. Sustancias que interactúan con vitaminas. Sustancias con actividad polivalente.	Toxicología alimentaria y molecular y celular
Tóxicos naturales en alimentos de origen vegetal y en hongos superiores.	Lectinas. Alcaloides. Glucósidos. Otros. Riesgos toxicológicos derivados del consumo de hongos.	Toxicología clínica y alimentaria
Tóxicos naturales en alimentos de origen animal	Toxinas en pescados y mariscos. Ictiotoxismos. Intoxicaciones derivadas del consumo de moluscos: PSP, DSP, ASP, NSP, y otras. Otras intoxicaciones.	Toxicología clínica y alimentaria
Micotoxinas y toxinas bacterianas	Factores que favorecen la contaminación alimentaria. Alimentos implicados. Especies productoras. Principales toxinas. Mecanismos de acción y efectos tóxicos en el organismo humano.	Toxicología clínica y alimentaria
Metales	Estudio de los principales metales y metaloides contaminantes (plomo, cadmio, mercurio, arsénico) en alimentos. Mecanismo de acción y principales efectos tóxicos en el organismo humano. Radiactividad en alimentos. Isótopos radiactivos de interés toxicológico.	Toxicología clínica y alimentaria
Contaminantes orgánicos persistentes.	Estudio de los principales contaminantes (Dioxinas, PCBs) en alimentos. Mecanismo de acción y principales	Toxicología clínica y alimentaria

---

	efectos tóxicos en el organismo humano. Legislación: Contenidos máximos permitidos en los alimentos.	
Residuos tóxicos de origen agropecuario	Fertilizantes, plaguicidas. Mecanismos de acción y efectos tóxicos en el organismo humano. Límites máximos de residuos en alimentos.	Toxicología clínica y alimentaria
Tóxicos producidos por el procesado o alteración de los alimentos	Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Aminas heterocíclicas. Acrilamida. Aminas biógenas. Productos de la oxidación de lípidos. Otros. Factores que favorecen su formación. Incidencia en la salud. Prevención.	Toxicología clínica y alimentaria
Toxicología de aditivos	Reacciones adversas producidas por determinados aditivos alimentarios.	Toxicología clínica y alimentaria
Tóxicos producidos por migración de envases	Materiales en contacto con los alimentos. Límites máximos de migración.	Toxicología alimentaria
Riesgo toxicológico por consumo de alcohol	Toxicidad del alcohol etílico y metílico.	Toxicología clínica
Toxicología ambiental	Introducción. Conceptos básicos de Toxicología Ambiental. Clasificación de contaminantes. Rutas de exposición. Población expuesta. Impactos ambientales.	Toxicología ambiental
Tóxicos ambientales	Contaminantes atmosféricos, Sustancias inorgánicas y Sustancias orgánicas. Fuentes y efectos en la Salud humana y en el Medioambiente.	Toxicología ambiental y clínica
Propiedades de los tóxicos que determinan su toxicidad	Características organolépticas, físicas y químicas de los tóxicos ambientales. Coeficientes de reparto.	Toxicología ambiental y analítica
Características del medio receptor	Transporte, movilidad y disponibilidad de las sustancias tóxicas en el Medioambiente. Bioacumulación, Bioconcentración, Biomagnificación y Persistencia.	Ecotoxicología Toxicología molecular y celular
Evaluación de riesgos ambientales	Estimación de la exposición. Evaluación de la toxicidad. Caracterización del riesgo ecotoxicológico.	Ecotoxicología Evaluación del riesgo tóxico

---

Gestión de riesgos	Remediación y prevención de la contaminación del suelo. Técnicas de contención, confinamiento y saneamiento.	Ecotoxicología Evaluación del riesgo tóxico
Remediación y prevención de la contaminación del agua	Depuración. Tecnologías convencionales y emergentes.	Evaluación del riesgo tóxico
Técnicas de prevención de la contaminación	Captación. Adsorción. Combustión/oxidación.	Evaluación del riesgo tóxico

Nota: Elaboración propia basado en UCM (2021c, pp. 4-6).

El cuadro 12, destaca una indudable tendencia de la Toxicología clínica, pues se halló la presencia de dieciocho temas enfocados sobre dicha tendencia. La incorporación de temáticas como toxíndromes, diagnóstico y tratamiento general de las intoxicaciones, en conjunto con las intoxicaciones producidas por los distintos grupos farmacológicos, plantas medicinales y el riesgo toxicológico por consumo de alcohol, se dirigen hacia el reconocimiento de las sintomatologías con su respectivo abordaje para cada sustancia que puede causar intoxicaciones, los cuales son fundamentales en la construcción del conocimiento en los estudiantes de farmacia.

A su vez, se contempló la combinación de otras tendencias con la Toxicología clínica. Tal es el caso de la Toxicología alimentaria, que ofrece temáticas como alérgenos alimentarios, tóxicos naturales en alimentos, metales en alimentos, micotoxinas y toxinas bacterianas, contaminantes orgánicos persistentes, tóxicos producidos por el procesado o alteración de los alimentos, residuos tóxicos de origen agropecuario y la Toxicología de aditivos. El énfasis que esta universidad fomenta sobre dicha combinación, permite señalar que la UCM busca resaltar en las personas estudiantes las competencias relacionadas con aspectos nutricionales, pues además, en el programa de estudio se cuenta con asignaturas obligatorias de Nutrición y Bromatología, mientras que, de forma optativa se observó la asignatura de Epidemiología nutricional (UCM, 2021b, p. 2). Se considera de manera fundamental que se aborde desde la Toxicología aquellas fuentes provenientes de los alimentos que pueden causar intoxicaciones para realizar un adecuado abordaje.

Del mismo modo, se halló que las temáticas con un enfoque ambiental y ecotoxicológico, realizan una combinación con las tendencias de la Toxicología analítica, clínica, molecular y celular, y la evaluación del riesgo tóxico. Si bien, brindan información sobre una tendencia

específica, es esencial contar con estos aprendizajes, debido al “crecimiento exponencial de xenobióticos” (Morán, Baldirà, Marruecos y Nogué, 2011, p. 15). Así, desde la UCM se destaca la alta implicación de conocimiento que debe poseer el farmacéutico sobre los impactos, manejo y prevención de las sustancias que ponen en peligro la salud del humano y del medioambiente. Las temáticas anteriores son consideradas en el programa de Toxicología, debido a la utilidad para aportar criterios en las asignaturas de Botánica ambiental, suelos y sanidad ambiental, Análisis medioambientales y Edafología (UCM, 2021b, p. 2), las cuales son optativas en el transcurso de la carrera de Farmacia.

También se ha identificado, que los contenidos considerados en esta asignatura, aportan una considerable formación de conocimiento desde la tendencia en Toxicología molecular y celular, pues son cuatro planteadas en los contenidos del estudio toxicológico. Se determinó su incorporación en las temáticas como toxicidad de los xenobióticos, factores antinutricionales, características del medio receptor y en la metodología de investigación toxicológica. Lo anterior, recalca el valor que aporta el desarrollo de esta tendencia en la profundización de los aprendizajes tanto teóricos como investigativos de los mecanismos de acción tóxicos, los cuales permiten direccionar sobre el descubrimiento de las manifestaciones tóxicas en el organismo.

En cuanto a la evaluación del riesgo tóxico, se evidenció la existencia de cinco temáticas que forman parte de esta tendencia. Algunas de ellas se presentaron en combinación con otras tendencias como la Toxicología alimentaria, ambiental y ecotoxicológica y dan razonamiento a la existencia de materiales o sustancias que poseen “propiedades intrínsecas de peligro y (...) la posibilidad de que se produzca una exposición” desde estos campos (Greim y Snyder, 2019, p. 21). Se considera que esta tendencia forma parte elemental para que el farmacéutico genere información preventiva a la población, pues “los seres humanos pueden estar expuestos a sustancias químicas en el aire, el agua, los alimentos o en la piel” (Greim y Snyder, 2019, p. 1).

Por lo tanto, la UCM ofrece un amplio conjunto de conocimientos desde diferentes entornos que relacionan con la toxicología. La toxicología clínica presentó una mayor tendencia en el aprendizaje para el estudiantado, siguiendo una fuerte relación en el campo alimentario, farmacológico y ambiental o ecotoxicológico; desde una perspectiva de caracterización, manejo, prevención y evaluación del riesgo, sin dejar de lado la comprensión a nivel molecular y celular para el propio fortalecimiento de saberes toxicológicos.

## **Universidad de Alcalá**

La Universidad de Alcalá (UAH) es una de las instituciones más antiguas de Europa, pues desde el año 1293 impartía conocimientos, sin embargo, fue fundada en 1499 por el Cardenal Cisneros. Dicha institución pública se localiza en la ciudad de Alcalá de Henares, España. En la indagación de su sitio web, se observa una oferta de académica que ofrece estudios oficiales de grado, Máster, Doctorado y de Calidad docente. La carrera de Farmacia, se ubica a nivel de grado dentro de las ciencias de la salud (UAH, 2021a) y la elección de esta universidad se debe a que brindó, desde sitio web, los materiales referentes a los planes de estudio y el programa de la asignatura de Toxicología.

Como primer criterio de evidencia, se observó el propósito que la carrera de Farmacia tiene en esta universidad, la cual dirige a la formación de expertos en medicamentos desde actividades como farmacia social y clínica, bajo un seguimiento de la atención farmacéutica. A su vez, al establecer los conocimientos, busca que continúe con la especialización en el campo farmacéutico, investigativo y docente. Además, plantea que desde los contenidos formativos, que el estudiantado encuentre una orientación profesional.

Del mismo modo, se evidencia el interés por la formación de profesionales que puedan competir dentro el campo de la industria químico-farmacéutica y alentar al futuro profesional farmacéutico a la realización de proyectos experimentales e interpretación científica de distintas tareas en el campo de las ciencias de la salud. Asimismo, pretende que el estudiante sea capaz de formar parte del sistema de atención de la salud, trabajar en equipo, estimular su aprendizaje autónomo e impulsar su liderazgo y su capacidad de análisis crítico en la valoración de problemas (UAH, 2021b).

Con respecto a la estructura del sistema educativo, se halló que la carrera de Farmacia se encuentra dividida en cinco ciclos, cada uno de ellos con dos cuatrimestres, para un total de diez cuatrimestres. Respecto a la tercera pauta, se observó que la asignatura de Toxicología se ubica, bajo la misma denominación, específicamente en el primer cuatrimestre del cuarto ciclo. Se considera como una de las últimas asignaturas que cursan los estudiantes, ya que el quinto ciclo ofrece prácticas tuteladas y el trabajo final de grado (UAH, 2021b). Lo anterior, se logra responder con lo evidenciado en la guía docente de Toxicología que ofrece la Facultad de

Farmacología de la UAH, ya que sugiere como prerequisite, el conocimiento de Fisiología, Farmacología, Farmacognosia y de técnicas analíticas para su adecuada aplicación. Además, se encontró que la asignatura se imparte de manera obligatoria, tiene seis créditos y un total de 150 horas de actividades formativas (UAH, 2020, p. 2).

El objetivo de aprendizaje que propone la asignatura de Toxicología de la UAH, tiene como fin la interpretación de la información científica referente a las intoxicaciones, ya sea por fármacos o por sustancias peligrosas de índole agrícola, alimentario o ambiental. Esto determina que el farmacéutico debe nutrirse del conocimiento toxicológico desde distintas temáticas para el reconocimiento de posibles interacciones y reacciones adversas causadas por fármacos. Además, debe brindar recomendaciones sobre los casos clínicos en correspondencia con la interpretación de datos que aportan los resultados clínicos surgidos de los laboratorios clínicos, así como la evaluación de los ensayos de toxicidad aguda y crónica desde los laboratorios farmacéuticos (UAH, 2020, p. 2).

En concordancia con el quinto criterio que compete al modelo de mediación andragógica propuesto en el programa del curso, se resaltan las actividades presenciales que comprenden el empleo de tres estrategias de clases. La primera representó a los grupos grandes, las cuales aplican clases expositivas en conjunto con las opiniones que el estudiantado aporte, donde se enfatiza que para la adecuada participación de los alumnos, el facilitador debe preparar las clases con presencia dinámica. Para el segundo estilo de clase, se hace referencia a los grupos reducidos, de manera que dedican su aprendizaje a la resolución de pequeños problemas matemáticos y asuntos en concordancia con la temática abordada abajo fundamentos críticos (UAH, 2020, p. 7).

Asimismo, las clases de laboratorio se enfocan en el desarrollo de experimentos que se enlazan con el conocimiento teórico para el establecimiento de la observación, el análisis de resultados, la crítica y el entendimiento del método científico. Posteriormente, se halló la presencia de actividades no presenciales, que implican el estudio autónomo y la utilización del aula virtual para profundizar el análisis y el aprovechamiento de los contenidos. A su vez, se evidenció la incorporación de otras actividades como son los seminarios, a fin de comprender sobre temáticas en tendencia, tales como la toxicología clínica, analítica, evaluación de la toxicidad y riesgo tóxico (UAH, 2020, pp. 6-8).

En cuanto al modelo de evaluación que ofreció la Guía docente de Toxicología, corresponde principalmente a la evaluación continua, la cual se basa en asistencia a clases, seminarios y tutorías obligatorias, donde se califica la participación activa de los estudiantados, tanto para las actividades presenciales como para los trabajos que se afectan durante la formación de conocimiento. Del mismo modo, la evaluación continua cuenta con una prueba parcial y una global de forma escrita. Además, se evalúa la adquisición de habilidades para el análisis e interpretación de resultados en las prácticas que competen al laboratorio. De manera que, el 10% corresponde al valor de las prácticas de laboratorio y un 90% para los seminarios y pruebas escritas, de los cuales, le concierne un 10% y un 80% respectivamente (UAH, 2020, pp. 9-10).

Por otra parte, se evidenció el reconocimiento sobre las tendencias que son ofrecidas desde los contenidos que la asignatura brinda a las personas estudiantes de la carrera de Farmacia. Se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 13 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la Universidad de Alcalá**

<b>Tema General</b>	<b>Aspectos que se imparten</b>	<b>Tendencia Identificada</b>
<b>Contenido Teórico</b>		
<b>Unidad temática I: Toxicología fundamental</b>		
Fases generales del proceso tóxico	Fases del fenómeno tóxico. Exposición a los tóxicos. Factores que modifican la toxicidad.	Toxicología molecular y celular
Toxicocinética	Principales vías de absorción. Mecanismos de absorción. Proceso de distribución, fijación y acumulación de tóxicos. Vías de eliminación. Interés toxicológico de la toxicocinética.	Toxicología molecular y celular
Biotransformación de los tóxicos	Aspectos generales. Tipos de reacciones de biotransformación. Factores que afectan a la biotransformación de los tóxicos. Interés toxicológico del proceso de biotransformación.	Toxicología molecular y celular
Mecanismos de acción de los tóxicos (I)	Generalidades. Toxicidad selectiva. Afectación de la estructura celular: oncosis y apoptosis. Afectación de la función celular.	Toxicología molecular y celular

Mecanismos de acción de los tóxicos (II)	Principales mecanismos moleculares de toxicidad. Mecanismos mediados por receptores. Mecanismos mediados por no receptores.	Toxicología molecular celular	y
Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación (I)	Diagnóstico biológico y químico-toxicológico. Primeros auxilios. Aspectos generales del tratamiento de las intoxicaciones.	Toxicología clínica	
Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación (II)	Tratamiento local. Tratamiento general. Principales métodos de tratamiento: evacuante, neutralizante, antidótico y eliminador. Principios generales para el empleo de antidotos y antagonistas.	Toxicología clínica	

### Unidad temática II: Intoxicaciones por medicamentos

Intoxicaciones medicamentosas.	Introducción. Etiología. Fármacos implicados en intoxicaciones medicamentosas. Efectos tóxicos agudos (sobredosis) y crónicos. Interacción alimento-medicamento.	Toxicología clínica	
Analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos: salicilatos.	Etiología. Mecanismo de acción tóxica. Signos y síntomas de toxicidad. Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos: paracetamol y AINES.	Etiología. Mecanismo de acción tóxica. Signos y síntomas de toxicidad. Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Psicofármacos: antidepresivos y ansiolíticos	Etiología. Mecanismo de acción tóxica. Signos y síntomas de toxicidad. Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Psicofármacos: neurolepticos	Etiología. Mecanismo de acción tóxica. Signos y síntomas de toxicidad. Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Psicofármacos: anticonvulsiantes e hipnótico-sedantes	Etiología. Mecanismo de acción tóxica. Signos y síntomas de toxicidad. Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y

Otros fármacos de interés: digitálicos y antiarrítmicos.	Etiología. Mecanismo de acción tóxica. Signos y síntomas de toxicidad. Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
<b>Unidad temática III: Otros tóxicos</b>			
Toxicidad de las drogas de abuso (III)	Cannabis. Etiología. Toxicocinética. Mecanismo de acción. Capacidad adictiva. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Toxicidad de las drogas de abuso (III)	Cocaína. Etiología. Toxicocinética. Mecanismo de acción. Capacidad adictiva. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Intoxicaciones producidas por plaguicidas.	Introducción. Clasificación. Mecanismo de acción. Principales efectos tóxicos. Diagnóstico. Tratamiento.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Intoxicaciones producidas por metales	Introducción. Clasificación. Mecanismo de acción. Principales efectos tóxicos. Diagnóstico. Tratamiento.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Intoxicaciones producidas por gases	Introducción. Clasificación. Mecanismo de acción. Principales efectos tóxicos. Diagnóstico. Tratamiento.	Toxicología clínica	
Intoxicaciones producidas por compuestos orgánicos volátiles	Introducción. Clasificación. Mecanismo de acción. Principales efectos tóxicos. Diagnóstico. Tratamiento.	Toxicología molecular celular Toxicología clínica	y y
Intoxicaciones producidas por toxinas de origen vegetal y animal (I)	Introducción. Clasificación. Biotoxina marinas. Sustancias tóxicas de origen natural en plantas superiores. Sustancias antinutritivas.	Ecotoxicología Toxicología clínica	y
Intoxicaciones producidas por toxinas de origen vegetal y	Intoxicaciones por hongos superiores. Micotoxicosis. Tóxicos formados durante el	Ecotoxicología Toxicología	y

animal (II)	procesado, preparación y almacenamiento de los alimentos. Contaminación química de los alimentos.	clínica
<b>Contenidos prácticos</b>		
Seguridad en el laboratorio. Interpretación de etiquetas de productos químicos. Utilización de test rápidos para la detección de tóxicos	Normas de seguridad básicas en el laboratorio toxicológico. Etiquetado de productos químicos y fitosanitarios. <sup>[1][2]</sup> Detección de paracetamol, antidepressivos tricíclicos, paraquat y diquat mediante pruebas de colorimétricas	Toxicología analítica
Utilización de fuentes de información toxicológica. <sup>[1][2]</sup>	Búsqueda e interpretación de información toxicológica. Utilización de estrategias de localización de información en Internet y bases de datos especializados. <sup>[1][2]</sup>	Toxicología analítica
Determinación de tóxicos inorgánicos. <sup>[1][2]</sup>	Determinación cualitativa de arsénico. <sup>[1][2]</sup> Investigación de arsénico en aguas mediante. Espectrofotometría de Absorción Atómica. Determinación de mercurio en pescado. Determinación cualitativa de cianuro	Toxicología analítica
Investigación de tóxicos volátiles. <sup>[1][2]</sup>	Determinación de etanol en sangre total: método químico y enzimático. <sup>[1][2]</sup> Determinación de metano. <sup>[1][2]</sup>	Toxicología analítica
Determinación de tóxicos orgánicos en fluidos biológicos	Extracción e identificación de salicilatos, barbitúricos y fenotiazinas. <sup>[1][2]</sup> Determinación de barbitúricos en muestras de interés toxicológico por espectrofotometría. Extracción e identificación en fase sólida de barbitúricos y fenotiazinas. <sup>[1][2]</sup>	Toxicología analítica
Determinación de biomarcadores	Determinación colorimétrica de la modificación de la actividad colinesterasa por compuestos organofosforados. <sup>[1][2]</sup>	Toxicología analítica
Toxicología alimentaria. <sup>[1][2]</sup>	Sustancias tóxicas resultantes de la normal evolución de los alimentos trimetilamina en pescados. Sustancias tóxicas creadas en procesos tecnológicos: Sustancias tóxicas creadas por la tecnología alimentaria en grasas y aceites. Valor del ácido tiobarbitúrico (TBA)	Toxicología alimentaria

Nota: Elaboración propia (2021) tomado de la Universidad de Alcalá (2020, pp. 3-5).

Con el apoyo del cuadro anterior, se halló que la toxicología clínica y la toxicología molecular y celular fueron las tendencias más destacadas dentro de los contenidos teóricos. Se

evidencia que la combinación de ambas tendencias refuerza la construcción del aprendizaje toxicológico. Repetto y Repetto (2009, p.16) señalaron que la toxicología se ha encaminado más allá que una ciencia descriptiva y se ha implicado en la comprensión de los procesos que ocurren a nivel bioquímico y molecular desde el ámbito toxicológico.

Se considera que el aprendizaje de la toxicología sea mecanicista para que el estudiantado razone las respuestas generadas por los diferentes órganos al interactuar con las sustancias y que además, posibilite la generación de habilidades constructivistas, transformando el conocimiento adquirido en la creación de métodos preventivos o tratamientos que puedan actuar en respuesta a los agentes tóxicos de diferente índole (Pope y Liu, 2020, p. 59).

En concordancia con la unidad práctica, se demostró que la tendencia en toxicología analítica estuvo presente en prácticamente todos los contenidos. Por lo que se comprende que hallar la presencia de sustancias con valor tóxico desde las diferentes fuentes relacionadas con el consumo y exposición humana, permite destacar la información generada por Torres (2006, p. 16) y Barile (2013, p. 3) al apuntar que la toxicología analítica es de vital importancia en la producción de datos y con ello relacionar los efectos adversos o tóxicos que se manifiestan en los seres vivos.

Lo anterior, permite recalcar que las competencias específicas perseguidas por la asignatura de Toxicología y los objetivos de la carrera de Farmacia de la UAH, son satisfechos por los contenidos que se abordan. Se detecta que dichas competencias conceden esencialmente las mismas oportunidades que ofrecen las dos Universidades abordadas previamente.

### **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

Se ha elegido a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por considerarse la institución pública más grande y relevante de México e Iberoamérica. Fue fundada en el año 1551 y nombrada inicialmente como la Real y Pontificia Universidad de México. Su sitio web, detalla la presencia de veinte facultades; aparece la carrera de Farmacia dentro de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, con una oferta académica de licenciatura y de postgrado en dicha profesión (UNAM, 2021a).

Para dar paso a la identificación de los criterios, se inicia con el objetivo de aprendizaje de la carrera de Farmacia, el cual no se especifica explícitamente en su sitio web. Sin embargo, se reflexionó, de manera interpretativa, que la UNAM busca formar en el futuro profesional farmacéutico, que se enfoque en el desarrollo y manejo de sustancias implicadas en la prevención, tratamiento, diagnóstico y mitigación de los trastornos causados por las distintas patologías que afectan a la salud humana. Por lo tanto, proyecta una visión hacia el campo laboral de la industria farmacéutica.

Del mismo modo, se facilitó información de otras actividades laborales en otros sectores industriales como la farmacoquímica, cosmética, así como la elaboración de productos auxiliares para la salud que van desde materiales de curación hasta productos de higiene. A su vez, se identificó que el licenciado en Farmacia puede desempeñarse en el ámbito hospitalario y comunitario, salud pública, investigación y docencia, Biotecnología y Toxicología y Química Legal. Estos dos últimos, específicamente en el área de Medicina Forense, Medicina del deporte y Farmacodependencia (UNAM, 2021b).

Se destacó que la UNAM otorga los aprendizajes requeridos por el estudiante de la carrera de Farmacia para desenvolverse en una variedad de sectores que el mercado laboral puede ofrecer, con la particularidad de trabajar tanto en el territorio mexicano como en el internacional, a nivel europeo y estadounidense; se señala como de mayor relevancia a la industria farmacéutica (UNAM, 2021c). De acuerdo con el segundo criterio, se encontró que la estructura del sistema educativo de la carrera se imparte de forma semestral y con una duración de ocho semestres para obtener el título de licenciatura (UNAM, 2021d).

Asimismo, se determinó que el plan de estudios aporta solo una asignatura, Toxicología, para el conocimiento de la disciplina. Se ubica en el séptimo semestre, lo que evidencia la importancia de poseer los conocimientos previos de la farmacología para el aprovechamiento de la formación en este campo (UNAM, 2021d). La asignatura se imparte de forma obligatoria, cuenta con siete créditos y posee ochenta horas de actividades teórico-prácticas (UNAM, 2021e, p. 130).

Se demostró que la finalidad principal del aprendizaje desde la asignatura de Toxicología en la UNAM, hace referencia a la comprensión de las sustancias con comportamiento nocivo,

según su vínculo con el medio que las generan. Además, pretende relacionar el grado nocivo, aplicando las bases toxicogenéticas y toxicodinámicas a fin de detectar, prevenir y ofrecer un tratamiento en las intoxicaciones. A su vez, señaló la importancia del saber normativo nacional e internacional para ejecutar su aprendizaje en el área profesional (UNAM, 2021e, p. 130).

De conformidad con el quinto criterio, el modelo de mediación andragógico expresado en el programa de estudio que la asignatura de Toxicología sugiere, se detalla en la siguiente ilustración, de manera que se expone el empleo de técnicas didácticas, recursos didácticos, instrucciones para la evaluación del aprendizaje y tipos de evaluación.

### Gráfico 2 Modelo recomendado de mediación andragógica en la asignatura de Toxicología de la carrera de Farmacia de la UNAM

RECOMENDACIONES PARA LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE							
TÉCNICAS DIDÁCTICAS		RECURSOS DIDÁCTICO		INSTRUMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE		TIPOS DE EVALUACIÓN	
X	Exposición		Grabaciones (cintas, discos)	X	Cuestionarios: abiertos o cerrados	X	Evaluación diagnóstica
	Interrogatorio		Radio		Entrevistas: abiertas o cerradas		Evaluación formativa
X	Demostración	X	Transparencias	X	Auto evaluación	x	Evaluación sumaria
X	Investigación bibliográfica	X	Fotos fijas	X	Pruebas orales		Evaluación en clase
	Investigación de campo		Materiales opacos	X	Pruebas escritas		
	Investigación experimental		Películas con movimiento		Respuesta corta		
X	Discusión dirigida	X	Videoprojector	X	Respuesta complementaria		
	Estudio dirigido	X	Pizarrón	X	Opción múltiple		
X	Las clases		Imágenes planas	X	Falso o verdadero		
	Problemas dirigidos		Gráficas		Respuesta alterna		
	Proyecto		Mapas conceptuales	X	Correspondencia (columnas)		
	Tareas dirigidas	X	Carteles		Jerarquización		
	Simposio		Caricaturas		Pruebas de ensayo		
	Panel	X	Rotafolio		Pruebas por temas		
	Phillips 66		Franelógrafo		Pruebas estandarizadas		
	Entrevista		Tablero de boletines		Solución escrita a un problema		
X	Lluvia de ideas		Objetos		Demostración Práctica		
	Conferencia		Modelos	X	Proyectos		
	Mesa redonda		Maquetas		Monografías		
	Foro		Sonorazas	X	Crítica a un tema		
X	Seminario		Televisión	X	Reportes escritos		
	Estudio Libre		Representaciones	X	Participación individual		
			Marionetas	X	Participación por equipo		
		x	Acetatos	X	Exposición individual		
				x	Exposición por equipo		
					Demostraciones de equipo		
					Demostraciones prácticas		

Nota: UNAM (2021e, p. 133).

Las metodologías de aprendizaje evidenciadas anteriormente, tomando en cuenta además a técnica de aprendizaje correspondiente a la mesa redonda (destacada en las temáticas del programa), responden a lo que Quesada (2018, pp. 65-66) señaló para la generación de conocimiento; sugiere que debe evitarse el paradigma conductista en las estrategias de aprendizaje y que en su lugar se incentive el fortalecimiento en la construcción de saberes mediante estrategias dirigidas.

De la misma forma, se respaldan dichas estrategias, pues se dirigen hacia lo que Tünnermann (2008) expuso acerca del modelo educativo que la UNESCO y planteó en la *Declaración Mundial sobre la educación para el siglo XXI*, la cual tiene como propósito que el estudiante, una vez egresado, forme habilidades al enfocarse en el “aprendizaje permanente, el desarrollo autónomo, el trabajo en equipo, la comunicación con diversas audiencias, la creatividad y la innovación en la producción de conocimiento” (p. 17).

En cuanto al modelo de evaluación, no fue posible observar información correspondiente a los valores cuantitativos que responden a la evaluación diagnóstica y a la evaluación sumaria, los cuales surgen de los instrumentos de evaluación y de las técnicas didácticas respectivamente. Un hallazgo adicional, que a diferencia de las universidades españolas no se tomó en cuenta, es el relacionado con el perfil profesional del docente, el cual requiere tanto de experiencia como de destrezas en docencia y a su vez haya obtenido la licenciatura de químico farmacéutico biólogo con un posgrado en farmacología o toxicología (UNAM, 2021e, p. 133).

Como criterio de interés, es fundamental demostrar la intención que tiene la Universidad para la adquisición de los conocimientos en toxicología; por ello, se presentan en el siguiente cuadro los contenidos toxicológicos con las respectivas tendencias halladas.

**Cuadro 14 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UNAM**

Tema General	Aspectos que se imparten	Tendencia Identificada
Conceptos básicos en Toxicología	Datos de toxicidad. Clases de toxicidad en función del tiempo. Factores que modifican la toxicidad de los xenobióticos. Contenido práctico: Toxicidad aguda y crónica	Evaluación del riesgo tóxico

Bases moleculares en la toxicología	Fases en las que se divide la totalidad de un efecto tóxico. Fase toxicodinámica: Acción y mecanismo de acción de los xenobióticos. Contenido práctico: Toxicocinética Parte I	Toxicología molecular y celular
Biotransformación	Definición de biotransformación. Fases de la biotransformación: reacciones de Fase I: oxidación, reducción, hidrólisis; Reacciones de Fase II: glucoconjugación, sulfonación, metilación, acetilación. Sistema mixto de oxidación. Inductores e inhibidores de los procesos de biotransformación. Biotoxificación. Contenido práctico: Toxicocinética Parte II	Toxicología molecular y celular
Efectos fisiopatológicos de origen tóxico	Sitios de acción celular. Toxicología sobre sistema respiratorio: tipos de tóxicos (gases y partículas), efectos nocivos. Toxicología sobre sistema cardiovascular: efectos nocivos sobre sangre. Toxicología sobre sistema nervioso: Efectos sobre conducción nerviosa, sinapsis y neurotransmisores. Tóxicos que alteran el funcionamiento hepático. Tóxicos que alteran funcionamiento renal. Contenido práctico: Toxicodinamia, interacciones entre tóxicos y antidotismo.	Toxicología molecular y celular Toxicología clínica
Mesas redondas	Toxicología de los fármacos. Toxicología de cosméticos. Toxicología intencional y de sustancias que causan farmacodependencia. Toxicología de los alimentos. Toxicología ocupacional. Toxicología de los plaguicidas y fertilizantes. Toxicología forense. Ensayos toxicológicos	Toxicología clínica Toxicología alimentaria Toxicología ocupacional Toxicología forense Toxicología analítica

Nota: Elaboración propia tomado de la UNAM (2021e, pp. 130-132).

A partir del cuadro 14, se puede evidenciar que la tendencia con mayor ofrecimiento de los conocimientos toxicológicos, pertenece a la toxicología molecular y celular. La incorporación de temáticas como las bases moleculares en la toxicología, la biotransformación y el contenido

acerca de los sitios de acción celular dentro de la temática de los efectos fisiopatológicos de origen tóxico, permiten esclarecer la importancia de esta tendencia para la asignatura, pues se da paso para reconocer las desregulaciones de las vías moleculares y su daño celular en los organismos, por la exposición o consumo de sustancias generadas por las intoxicaciones.

Se contempló además, que los aspectos de la tendencia en toxicología clínica, formaron parte fundamental de los contenidos, específicamente en los efectos fisiológicos de origen tóxico, a fin de construir los saberes sobre los efectos causados por los xenobióticos en los distintos sistemas del cuerpo humano y con ello aplicar los antidotos en correspondencia con el tipo de intoxicación generada, sin dejar de lado la comprensión de los mecanismos bioquímicos.

Asimismo, se halló que la carrera de Farmacia de la UNAM pretende comprobar, con el empleo de mesas redondas, que los conocimientos hayan sido adquiridos con el avance de la asignatura. De forma que involucra áreas de la toxicología, tales como la cosmética, medicamentosa, alimentaria, ocupacional, agrícola, forense, analítica e incluso propone temáticas referentes a las intoxicaciones intencional y aquellos donde existe dependencia farmacológica. De manera que el estudiantado logre distinguir las “intoxicaciones, prevenciones y tratamientos” en los diferentes campos propuestos (UNAM, 2021e, p. 132).

Por lo tanto, se evidenció que la asignatura se enfoca principalmente en las tendencias de la toxicología clínica, así como la molecular y celular para abordar casos que se relacionan con las otras áreas de estudio toxicológico. Con ello, se determina que la asignatura aporta los conocimientos para que del futuro profesional sea capaz de desarrollarse en campo laboral, sustancialmente en las áreas hospitalarias y comunitarias, en el campo de la investigación, en actividades de salud pública, colaboración en medicatura forense y del deporte, así como en los departamentos de farmacodependencia, los cuales son descritos en el sitio web de la Licenciatura de Farmacia. (UNAM, 2021b).

### **Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)**

La Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), es una universidad estatal y autónoma, fundada el formalmente en el año 1847, ubicada en Tegucigalpa, Honduras y cuenta con una visión de liderazgo en la educación superior e internacional (UNAH, 2021a). Dentro de su sitio web se encontró que la universidad cuenta con diez facultades, entre ellas la Facultad de

Química y Farmacia, donde detalla una oferta académica de grado y posgrado. Se evidenció que a nivel de grado presenta a la carrera bajo el nombre de Ciencias Química y Farmacia. La elección de esta universidad, surgió a partir de la indagación de las actividades fundamentales que sugiere el perfil de la carrera, en donde se destaca el campo toxicológico (UNAH, 2021b).

El hallazgo del primer criterio brinda el objetivo que persigue la carrera de Química y Farmacia de la UNAH. Este se basa en la orientación farmacéutica, química y tecnología de alimentos para desarrollarse como profesional. A su vez, direcciona al profesional hacia la elaboración de productos de diferente índole industrial (farmacéutico, biológico, cosmético, alimentario y químico), los cuales implican la ejecución actividades de control de calidad, métodos analíticos químicos y el análisis de informes y resultados químicos. A su vez, busca fomentar la investigación científica que involucra a los medicamentos y a los alimentos (UNAH, 2021b).

Para la estructura del sistema educativo, se recalca que la carrera tiene una duración de cinco años para obtener la licenciatura, consta de doce cuatrimestres y una vez finalizado el décimo, el estudiantado debe elegir una orientación (Farmacia, Química, Tecnología de alimentos) que se representa en los dos últimos cuatrimestres. Es en esta etapa del ciclo de preparación profesional, en donde se evidenció que la asignatura de Toxicología se posiciona en el primer cuatrimestre de la orientación de Farmacia, es decir, en el onceavo cuatrimestre, la cual porta el mismo nombre (UNAH, 2021c). De acuerdo con el programa de estudio de Toxicología, se observó que requiere previamente del conocimiento en Farmacología I y Química analítica IV, aporta 5 créditos a la carrera, se imparte de forma obligatoria y cuenta con laboratorio (Roque, 2018).

El cuarto criterio de análisis documental, corresponde a los objetivos de aprendizaje que propone la asignatura de Toxicología, desde la carrera de Química y Farmacia de la UNAH. Se halló que pretende formar criterio referente al beneficio/riesgo por el empleo de productos farmacéuticos y químicos. De manera que el estudiantado se sumerja en los conocimientos toxicológicos bajo un enfoque de seguridad. También, sugiere que el estudiante interprete la relación existente entre los agentes tóxicos y los fenómenos patológicos. A su vez, pretende la resolución de problemáticas toxicológicas para fortalecer el conocimiento del método científico aplicado. Del mismo modo, se encontró un interés para que el estudiante adapte habilidades comunicativas, analíticas, críticas y de autoaprendizaje en el ámbito toxicológico (Roque, 2018).

En correspondencia con el modelo de mediación andragógica propuesto en el programa de la asignatura, se halló el empleo de clases magistrales para abordar temáticas de comportamiento importante y complejo. Se han utilizado guías de estudio para promover el estudio individual, donde posteriormente se abre espacio en la clase para la aclaración de los contenidos que requieren de mayor análisis. El programa de estudio también cuenta con seminarios para las temáticas de naturaleza científica y sanitaria y generar una discusión entre el docente y los estudiantes (Roque, 2018).

En concordancia con lo anterior, se encontró una metodología que permite al estudiante conocer el área de la toxicología, mediante visitas a campos laborales o por medio de la participación de especialistas que relatan su experiencia profesional en relación con alguno de los contenidos del programa. Además, ofrece el espacio *on-line* en donde el estudiantado se dedica al análisis de las temáticas, discusión de casos y la realización de pruebas. Asimismo, se aplican prácticas de laboratorio de carácter analítico, con la participación de grupos pequeños. Se realizan talleres prácticos y estudios de casos, los cuales requieren del uso de herramientas estadísticas e informáticas para obtener valoraciones para la interpretación lógica de las características y los fenómenos tóxicos. Como última metodología del programa de estudio, se evidenció la elaboración de proyectos, cuyo fin es fomentar la investigación en los estudiantes, mediante la producción de información concreta (Roque, 2018).

Seguidamente, se introduce el sexto criterio, que apuntó al modelo de evaluación para la asignatura. Se evidenció la realización de actividades de evaluación como pruebas escritas, trabajos prácticos, seminarios y proyectos. Dichas actividades están distribuidas en tres parciales o tramos, cada uno de ellos con un valor de cien. En este caso, el primer parcial se le asigna un valor de 40 a la suma total de cinco trabajos prácticos, 25 como totalidad de dos pruebas escritas, 15 al primer seminario y 20 al primer avance del proyecto.

Para el segundo parcial se le asigna la totalidad de tres trabajos prácticos un valor de 30, a tres pruebas escritas un valor total de 35, un valor de 10 para el segundo seminario y 25 correspondiente al segundo avance del proyecto. Finalmente, al tercer parcial, que corresponde al último bloque de evaluaciones, se le retribuyó un valor total de 25 a tres trabajos prácticos, 15 al valor total de dos seminario, un valor de 20 al total de dos pruebas escritas y un valor de 40 asignado a la presentación final del proyecto investigativo. Con el fin de dar más claridad a lo

hallado anteriormente, se presenta el cuadro 15, con la distribución de los valores de acuerdo con las actividades evaluadas.

**Cuadro 15 Ejemplo de asignación de valores cuantitativos según tipo de actividades evaluativa**

Actividad evaluativa	I Parcial		II Parcial		III Parcial	
	Cantidad	Valor total	Cantidad	Valor total	Cantidad	Valor total
Trabajos prácticos	5	40	3	30	3	25
Pruebas escritas	2	25	3	35	2	20
Seminarios	1	15	1	10	2	15
Proyecto	1	20	1	25	1	40
Total		100		100		100

Nota: Elaboración propia, basado en Roque (2018, pp. 8-9)

Por otra parte, se identificaron las tendencias de la toxicología que la asignatura ofrece a la comunidad estudiantil de la carrera de Química y Farmacia de la UNAH. Así, con el cuadro 16 se hace posible visualizar las siguientes tendencias en correspondencia con la temática general y los aspectos que atiende.

**Cuadro 16 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UNAH**

Tema General	Aspectos que se imparten	Tendencia Identificada
Evaluación del riesgo tóxico y toxicología experimental	Principios generales, finalidad, esquema de evaluación y gestión del riesgo tóxico. Identificación de peligros y fuentes de información toxicológica. Investigación toxicológica y toxicología experimental. Evaluación de la relación dosis-respuesta, determinación de límites umbrales de seguridad. Evaluación de la exposición. Caracterización	Evaluación del riesgo tóxico  Toxicología investigativa

	del riesgo. Vigilancia, biomarcadores de toxicidad y biomonitorización. Evaluación de la toxicidad y el riesgo en campos específicos	
Fenómeno tóxico: fase toxicocinética	Fenómeno tóxico y fases de la acción tóxica - Conceptos generales. Toxicocinética descriptiva: Absorción, distribución y eliminación de xenobióticos; Biotransformación, toxificación y destoxicación de xenobióticos. Aplicaciones de la toxicocinética.	Toxicología molecular y celular
Fenómeno tóxico: fase toxicodinámica	Mecanismos de acción tóxica (nivel molecular). Respuesta celular a la acción tóxica. Mecanismos de reparación y lesiones secundarias a la acción tóxica.	Toxicología molecular y celular
Procesos fisiopatológicos de etiología tóxica no organoespecíficos	Carcinogénesis química. Teratogénesis tóxica.	Toxicología molecular y celular
Procesos fisiopatológicos de etiología tóxica organoespecíficos y farmacotoxicología	Procesos fisiopatológicos organoespecíficos (sistemas inmunitario, hepático, renal, cardiovascular, nervioso, reproductivo y endocrino). Farmacotoxicología, iatrogenia y medicamentosa	Toxicología molecular y celular y clínica
Toxicología clínica y agentes tóxicos	Drogas de abuso y drogodependencia. Sistemas de atención toxicológica. Bases generales para el tratamiento del paciente intoxicado. Agentes tóxicos: Metales y metaloides; Pesticidas; Intoxicaciones medicamentosas; Intoxicaciones domésticas	Toxicología clínica
Toxicología analítica [laboratorio]		Toxicología analítica

Nota: Elaboración propia (2021) basado en Roque (2018, p. 6).

La información presentada en el cuadro 16, permitió demostrar que la toxicología molecular y celular sobresale en cuatro temas del programa de estudio, específicamente en las temáticas del fenómeno tóxico, tanto para la fase toxicocinética como la fase toxicodinámica. A

su vez, se involucra en los procesos fisiológicos de etiología tóxica no organoespecíficos para conocer los procesos cancerígenos y teratogénicos que implican a los agentes tóxicos con la salud humana. Por otra parte, se observó una combinación de la tendencia molecular y celular con la clínica en el tema de los procesos fisiológicos de etiología tóxica organoespecíficos. Conocer las respuestas celulares permite profundizar en los conocimientos de la toxicología clínica y con ello determinar los efectos que ocurren en el organismo a partir de la toxicidad farmacológica y de otros agentes.

Por lo tanto, estas dos tendencias se hacen notar cada vez más conforme se desarrolló la investigación, donde las universidades internacionales buscan que el futuro farmacéutico reúna los saberes mecanicistas de la toxicología, para conducirlo a la emisión de criterios preventivos sobre interacciones medicamentosas y que a su vez pueda desarrollar “estrategias de desintoxicación y tratamientos antitóxicos” (Roque, 2018, p. 17).

Asímismo, el conocimiento tanto a nivel molecular y celular como a nivel clínico, faculta en el estudiantado un razonamiento crítico, para brindar una farmacoterapia segura y racional a las personas pacientes, así como ofrecer su participación en el abordaje de las intoxicaciones y en situaciones de farmacodependencia. Del mismo modo, con el desarrollo de conocimientos adquiridos, le invita a tomar confianza para dar paso a investigar la evaluación de riesgos y sobre patologías relacionadas con la exposición o consumo de sustancias que generan toxicidad (Roque, 2018, p. 17).

Por su parte, se encontró que la tendencia de la Toxicología Analítica es considerada para los procesos prácticos del laboratorio. Sin embargo, a pesar de no hallar información pertinente a este espacio de aprendizaje, se considera de valor, pues dentro de los requisitos previos a la asignatura, el estudiante debe haber cursado la asignatura de Química Analítica IV, mientras que, dentro del perfil docente se evidenció que el químico farmacéutico debe poseer una maestría en Análisis Químico y en Toxicología.

De tal modo, la UNAH brinda conocimientos toxicológicos a los estudiantados que elijan la orientación en Farmacia. La Toxicología ofrece un enfoque de seguridad para el manejo de fármacos y de sustancias químicas, aporta diversas metodologías de aprendizaje y un sistema particular para la ejecución de las actividades evaluativas, donde el estudiante puede mantener un

rol de aprendizaje activo y que a su vez, incita al autoaprendizaje responsable y a la formación de habilidades para la creación de información investigativa en relación con la asignatura.

### **Categoría 1: Tendencias en la enseñanza de Toxicología en Universidades Nacionales**

Seguidamente, se ofrece la interpretación de los datos recolectados igualmente para la primera categoría, pero centrándose en las universidades ubicadas dentro del territorio nacional que también ofrecen la carrera de Farmacia. Las universidades son: Universidad de Costa Rica, Universidad de Ciencias Médicas y Universidad Latina. Cada una de ellas fue estudiada a partir del instrumento de matriz de doble entrada, en donde se consideran los mismos siete criterios de análisis destacados en la sección internacional.

#### **Universidad de Costa Rica (UCR)**

La Universidad de Costa Rica (UCR) es una institución autónoma creada en el año 1940 y proclamada como Institución Benemérita de la Educación y la Cultura Costarricense. Desde su sitio web se observa que ofrece académicamente alternativas de pregrado y más de cien carreras de grado en correspondencia con las demandas profesionales que la población costarricense requiere (UCR, 2021a). La Facultad de Farmacia de la UCR, se ubica en el área de las Ciencias de la Salud, la cual brinda propiamente una oferta académica de licenciatura y de posgrado en el ámbito farmacéutico (UCR, 2021b).

Como primer criterio, se halló de manera interpretativa el propósito que ofrece la carrera de Farmacia en la UCR, la cual pretende crear profesionales de salud, especializados en materia concerniente al ámbito medicamentoso y de los productos que son de interés sanitario. A su vez, busca generar en el estudiantado las habilidades que le permitan ser parte de las decisiones que son establecidas por los equipos de salud, a fin de mantener el bienestar de la salud pública. Los conocimientos y competencias que adquiere el estudiante, le permitirá desarrollarse en los campos laborales de la farmacia hospitalaria y comunitaria, droguerías farmacéuticas, farmacia veterinaria, docencia, investigador farmacéutico, industria farmacéutica, gerencia de mercadeo, producción y control de calidad, entre otros (UCR, 2016).

Como segundo criterio, se halló que la carrera de Farmacia de la UCR se encuentra dividida en once ciclos semestrales, donde el último es dedicado al proyecto de graduación y a la práctica de investigación dirigida para obtener la licenciatura de Farmacia. Con lo anterior, se

demuestra que la Toxicología se imparte como una de las últimas asignaturas de la carrera por su ubicación en el décimo ciclo (UCR, 2016). Además, al visualizar la propuesta programática de Toxicología, se ha encontrado que tiene un total de tres créditos, forma parte de las asignaturas obligatorias, se realizan laboratorios y se requiere previamente haber cursado la asignatura de Farmacología III (UCR, s.f.).

Posteriormente, se evidenció que el objetivo de aprendizaje indicado para la asignatura de Toxicología en la carrera de Farmacia de la UCR, tiene como fin “aplicar los conocimientos básicos de Toxicología General en el reconocimiento de las intoxicaciones ocurridas en Costa Rica y los cuadros tóxicos causados por fármacos y xenobióticos” (UCR, s.f., p. 2). Dicha finalidad, fomenta en el estudiante los saberes más destacados de la Toxicología para enfrentarse a las situaciones tóxicas que suceden en el país, de manera que exista una prevención, así como una evaluación y un abordaje eficiente por parte del futuro profesional.

Se considera, como quinto criterio, el modelo de mediación andragógica propuesto en el programa del curso. Se logró destacar el empleo de técnicas didácticas como clases sincrónicas y asincrónicas mediante uso de la plataforma virtual, lecturas de distintos artículos para la extensión del conocimiento, prácticas e informes de laboratorio, análisis de casos clínicos, exámenes parciales virtuales, pruebas cortas de laboratorio virtual (UCR, s.f., p. 8).

En concordancia con lo anterior, se observó que las clases de teoría tienen un fin expositivo. Para el caso de las sesiones de laboratorio, se imparten de forma virtual donde se realizan tres prácticas de análisis experimental, seis corresponden al análisis de casos que implican distintas intoxicaciones, otras dos sesiones abarcan temas sobre análisis de casos que relacionan a las drogas de abuso, mientras que otras tres sesiones estarán destinadas al seguimiento y a la exposición de proyectos asignados (UCR, s.f., pp. 8-9).

En cuanto a la resolución de casos, se pretende que el estudiantado recopile, como mínimo, dos referencias de artículos científicos de acuerdo con el tema que el docente asigne. Luego de la recolección, se establecen subgrupos según afinidad temática, para que los estudiantes definan un caso clínico por desarrollar, para que en una segunda sesión el subgrupo exponga y discuta sobre la temática, en donde el docente será el moderador.

Para el caso de las actividades sobre drogas de abuso, se conforman subgrupos de estudiantes, se les asigna un tema que enfatiza dicha temática, por lo que investigan y crean un video corto. Posteriormente, cada subgrupo procede a exponer y discutir la temática en una segunda sesión. Por otra parte, los proyectos tendrán como fin la realización de una revisión bibliográfica relacionada con las distintas áreas de la Toxicología (UCR, s.f., pp. 9-10).

En cuanto al modelo de evaluación de la asignatura de Toxicología, se determinó que aplica un 70% como total de cuatro exámenes parciales, mientras que el laboratorio tiene asignado un 20% que se distribuye entre quices, informes, análisis de casos y laboratorio sobre drogas de abuso. Finalmente, se encontró que concede un 10% para el trabajo o proyecto de investigación (UCR, s.f., p. 10).

Por otra parte, se efectuó el hallazgo de las tendencias de Toxicología que son abarcados desde los contenidos que la asignatura brinda a las personas estudiantes de Farmacia. Esto se muestra en el cuadro 17.

#### **Cuadro 17 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UCR**

<b>Tema General</b>	<b>Aspectos que se imparten</b>	<b>Tendencia Identificada</b>
Introducción a la toxicología	Historia de la toxicología. Definiciones y terminología general. Tipos de toxicología. Mecanismos de toxicidad. Ensayos toxicológicos (subagudos, agudos, subcrónicos, crónicos). Dosis Letal 50 (DL 50). Síndromes toxicológicos. Toxicocinética: aspectos biofarmacéuticos, farmacocinéticos y poblaciones especiales en intoxicaciones.	Toxicología molecular y celular y Toxicología clínica
Toxicología de los sistemas	Ciclo celular. Toxicidad vascular. Respiración celular. Neurotoxicidad. Toxicidad pulmonar. Hepatotoxicidad. Nefrotoxicidad. Inmunotoxicidad. Dermotoxicología. Toxicología gastrointestinal. Toxicología del sistema reproductor. Cardiotoxicidad. Hemotatotoxicidad. Ototoxicidad y toxicidad ocular. Genotoxicidad	Toxicología molecular y celular y Toxicología clínica

Manejo del paciente intoxicado	Consideraciones generales. Antídotos. Estrategias generales.	Toxicología clínica
Grupos toxicológicos. Tipos de intoxicaciones en Costa Rica.	<p>Revisa para cada agente toxicológico los siguientes aspectos: marcas comerciales, formas farmacéuticas, dosis terapéutica y dosis tóxica, antídotos, efectos adversos, manejo de los efectos adversos (prehospitalario e intrahospitalario), ingreso del paciente, normograma, laboratorios y criterios de egreso. Intoxicaciones causadas por medicamentos: sedantes-hipnóticos (clonazepam, diazepam), acetaminofén, antihistamínicos (clorfeniramina, hidroxicina, difenhidramina), AINEs (ibuprofeno, sulindaco, diclofenaco), antibióticos (amoxicilina, cefalexina), antiepilépticos (carbamazepina, ácido valproico), antidepresivos (fluoxetina, amitriptilina), opiodes (detrometorfano, tramadol, acetaminofén con codeína) y antipsicóticos (risperidona). Plaguicidas: cipermetrina, glifosato, paraquat, diazinon, 2,4-D, ácido bórico, coumatetralil, imiprotrina, deltametrina, diclorvos, terbufos, metomil, aletrina, clorpirifos, difetialona, picloram, permetrina, imidaclorpid y amitraz. Productos químicos y de limpieza: cáusticos (hipoclorito de sodio hidróxido de sodio, líquido de batería (ácido sulfúrico), ácido acético, ácido clorhídrico, hipoclorito de potasio, agua oxigenada) antisépticos-desinfectantes-esterilizantes, detergentes, silica gel, cianoacrilatos, carbolina, juguetes fosforescentes, ceras, baterías de disco, repelentes de polillas (naftalina), paradiclorobenceno, hidrocarburos (butano/propano, gasolina, Diesel, aguarrás, thinner, aceite de motor), tintas. Alimentos: aditivos. Procesos de hipersensibilidad. Metales pesados: arsénico, mercurio y plomo. Plantas: hongos, chile picante, lotería (plantas relacionadas), manzanillo de playa, pastora navideña, jabillo (latex), cactus, papa.</p>	Toxicología clínica

---

	Animales: alacranes, serpientes, abejas/avispa, babosas, otros (manta rayas, arañas, aguas malas, sapos). Drogas de abuso: sintéticas nuevas, marihuana, ketamina, fentanilo.	
Toxicidad asociada a vacunas	Agentes responsables. Manifestaciones clínicas. Manejo del cuadro toxicológico	Toxicología clínica

---

Nota: Elaboración propia (2021), (UCR, s.f., pp. 4-5)

El cuadro 17 evidencia que los temas del programa de Toxicología ofrecen una preparación de conocimientos, principalmente con una tendencia en la Toxicología clínica. A su vez, fomenta los saberes desde la tendencia toxicológica a nivel molecular y celular. Las temáticas son ampliamente dirigidas para que el estudiante desarrolle las habilidades sobre el manejo de los cuadros toxicológicos, donde se abarca una amplia cantidad de xenobióticos y agentes tóxicos que se pueden considerar relevantes en el territorio costarricense.

Se hace claro reconocer que la combinación de las dos tendencias mencionadas anteriormente, permiten un mejor abordaje de las intoxicaciones al comprender los mecanismos tóxicos de las sustancias. En este sentido, es importante recalcar lo que Pope y Liu, (2020, p. 422) señalaron al relacionar que la Toxicología clínica necesita del desarrollo del campo celular y molecular para obtener un adecuado diagnóstico y hacer frente a las intoxicaciones que suceden.

De esta manera, se demuestra que la UCR ofrece, desde la asignatura de Toxicología de la carrera de Farmacia, un enfoque fundamentalmente clínico. Se recalca que por medio de las actividades de aprendizaje impartidas en el laboratorio, se permite al estudiantado desarrollar un espíritu investigador. A su vez, fomenta las destrezas para establecer criterios toxicológicos en la toma de decisiones de los equipos de salud.

### **Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED)**

La Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) es una institución privada de educación superior dedicada al campo académico de la salud. Fue creada en el año 1976 y logró, para finales de los años noventa, la incorporación de la carrera de Farmacia. Además, la universidad cuenta con otras carreras, tales como Medicina, Fisioterapia, Microbiología y Nutrición. El

motivo de su consideración en este estudio, se debió a que la carrera de Farmacia se encuentra acreditada por el Sistema Nacional de Acreditación de Educación Superior (SINAES) (UCIMED, 2021a).

Para conocer el primer criterio, no fue posible identificar el objetivo de aprendizaje de la carrera, pues su sitio web no aportó información para obtener una interpretación de este aspecto. En cuanto al tercer criterio que hace referencia a la estructura del sistema educativo de la carrera de Farmacia, se destacó que se encuentra en un nivel de grado para obtener la licenciatura y se divide en ocho bloques impartidos de forma semestral. Además, se observó que el plan de estudios únicamente brinda una asignatura para el campo toxicológico y se le denomina Toxicología y Farmacodependencia. Esta se ubica en el sexto bloque, cuenta con cuatro créditos y es obligatoria para la formación de futuros farmacéuticos (UCIMED, 2021b).

Del mismo modo, al realizar la revisión del programa de estudio de Toxicología y Farmacodependencia, se halló como requisito cursar previamente la asignatura de Farmacología I y a su vez refleja una carga académica de 184 horas, sin embargo, no se destinan horas de práctica en laboratorio. En cuanto a la finalidad que la asignatura pretende para el estudiantado, corresponde formar los saberes conceptuales de la Toxicología, así como los factores que intervienen en la toxicidad; a su vez, plantea la importancia de conocer los aspectos toxicodinámicos y toxicocinéticos que ayudarán a enfrentar situaciones reales. Además, busca fundamentar en el estudiantado el abordaje de las intoxicaciones, comprendiendo los mecanismos de acción tóxica que poseen los diferentes grupos de sustancias que pueden aportar un comportamiento tóxico (UCIMED, 2020).

Posteriormente, se realizó la identificación que corresponde al modelo de mediación andragógica que recomienda el programa del curso. Donde se observó el uso de estrategias como las conferencias de tipo magistral, donde se recalca la orientación docente de facilitador en el proceso de aprendizaje. Del mismo modo, se plantean actividades como exposiciones magistrales sobre temáticas de intoxicaciones reales, para generar diferentes opiniones dentro del grupo estudiantil. También, invita al estudiantado a generar el autoaprendizaje con los materiales didácticos brindados y con la realización de revisiones bibliográficas que fomente el aprendizaje sobre temáticas actuales en Toxicología.

En concordancia con la idea anterior, se permite introducir el sexto criterio, el cual se enfoca en el modelo de evaluación de la asignatura, donde el 60% de la nota corresponde al desarrollo de tres exámenes, mientras que el porcentaje restante, se distribuye en un 15% dedicado al trabajo de investigación y un 25% para la realización de un examen final. Lo anterior evidencia que la UCIMED, desde la asignatura de Toxicología de la carrera de Farmacia, no recopila resultados en de las acciones ocurridas durante el proceso aprendizaje, de manera que deja escapar esfuerzos y tiempo, tanto para el docente como para estudiante; esto responde a lo que Rojas (2016) detalló acerca de la importancia de la evaluación continua como “un proceso constante, que debe estar en todas las facetas de la acción didáctica” (p. 212).

Es de interés en la investigación, la identificación de la presencia de tendencias a partir de los tipos de contenidos que la asignatura de Toxicología y Farmacodependencia ofrece para la comunidad estudiantil, los cuales se muestran a continuación en el cuadro 18:

**Cuadro 18 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UCIMED**

Tema General	Aspectos que se imparten	Tendencia Identificada
<b>Generalidades y otros temas de Toxicología</b>		
Toxicología de los plaguicidas	Organoclorados, inhibidores de colinesterasa (organofosforados y N-metilcarbamatos), piretrinas y piretroides, bipiridilos, fenoxiácidos, glifosato y rodenticidas. Mecanismos de acción tóxica. Efectos tóxicos. Tratamiento de las intoxicaciones. Discusión de casos	Toxicología molecular y celular y clínica
Toxicología Ambiental	Principales fundamentos de la Toxicología Ambiental.	Toxicología ambiental
Toxicología de las sustancias de origen natural	Intoxicaciones con plantas tóxicas (énfasis en plantas domésticas), hongos, anfibios (ranas), serpientes y artrópodos. El énfasis es en especies nativas	Toxicología clínica
Intoxicaciones	Toxinas microbianas y fúngicas; aditivos alimentarios; aditivos involuntarios o contaminantes; agentes tóxicos	Toxicología clínica,

alimentarias	generados durante el procesamiento de alimentos. Riesgos o brotes publicados. Legislación.	alimentaria y reguladora
<b>Mecanismos de acción y otros grupos de sustancias</b>		
Principios de toxicocinética	Concepto de toxicocinética. Exposición, absorción, distribución, metabolismo, excreción y redistribución postmortem. Resolución matemática de casos.	Toxicología molecular y celular y forense
Principios de toxicodinamia	Estados potenciales del desarrollo de la toxicidad después de la exposición a agentes tóxicos.	Toxicología molecular y celular
Toxicología del etanol	Toxicología e incidencia legales	Toxicología molecular y celular Toxicología forense
<b>Farmacodependencia</b>		
Toxicología de las drogas de abuso	Toxicología, farmacodependencia y tratamiento.  Cocaína, marihuana, opiáceos, LSD, anfetaminas, nicotina y otros.	Toxicología clínica
<b>Temas de importancia toxicológica</b>		
Toxicología de las sustancias inorgánicas	Metales pesados, metaloides, no metales, sustancias cáusticas inorgánicas, sales inorgánicas	Ecotoxicología
Toxicología de las sustancias volátiles	Hidrocarburos alifáticos (lineales, cíclicos), hidrocarburos halogenados, disolventes, otros alcoholes, monóxido de carbono, anestésicos generales, HCN y cianuros	Ecotoxicología
Antídotos y tratamiento de las intoxicaciones	Principales antídotos, mecanismos y métodos de terapia antidotal.	Toxicología clínica
Fármacos en el deporte (dopaje).	Fármacos permitidos, regulados y prohibidos y efectos nocivos.	Toxicología clínica

Nota: Elaboración propia (2021), basado en UCIMED (2021, pp. 4-5).

El cuadro 18 permitió evidenciar que la UCIMED propone un enfoque principalmente clínico, donde las intoxicaciones por sustancias naturales, alimentarias, drogas de abuso, sustancias inorgánicas, volátiles y de efectos nocivos que proviene de fármacos para dopaje, son de relevante interés para que el estudiante conozca la mayor cantidad posible de agentes tóxicos a la que la población está expuesta, a fin de comprender sus manifestaciones para proceder adecuadamente con las funciones que demanda en el abordaje clínico, tal como la elección del tratamiento o antídoto adecuado.

Además, se fomenta el conocimiento referente a los plaguicidas desde argumentos a nivel molecular y celular para comprender su mecanismo de acción y con ello, dar paso al aporte clínico que debe realizar el farmacéutico. A su vez, se observó una sección dedicada a esta tendencia en los contenidos toxicodinámicos y toxicocinéticos, así como comprender al mismo nivel las intoxicaciones por etanol, lo cual permite recalcar el valor de los conocimientos a nivel celular y su relación con el comportamiento toxicológico.

Las temáticas anteriormente mencionadas, abarcan conjuntamente una tonalidad de la Toxicología forense, principalmente para conocer el comportamiento de las sustancias en organismos que no presenta vida, pero también, mostró su implicancia en los asuntos legales en el tema del etanol, pues son sustancias que se evalúan desde la tendencia forense cuando su presencia atenta contra la vida de las demás personas a causa de su consumo tóxico e irresponsable.

Por lo tanto, se demostró que la carrera de farmacia de la UCIMED aporta una alta tendencia en la toxicología tanto clínica como celular y molecular para la asignatura en estudio. A su vez se resalta la participación que se fomenta en el estudiantado, sin embargo no ofreció evaluaciones novedosas que puedan ser de gran valor para su aplicación en las actividades didácticas impartidas.

### **Universidad Latina**

La Universidad Latina de Costa Rica es una institución privada formalizada en el año 1989, que cuenta con una oferta académica de grado, posgrado, técnicos y cursos libres. Dicha carrera, se encuentra acreditada por SINAES, situación que interesó para incluirla en la investigación (Universidad Latina de Costa Rica, 2021a).

Para el estudio del primer criterio, se identificó de forma interpretativa que la finalidad de la carrera de Farmacia es formar profesionales con capacidad integral y equilibrada para promover sus conocimientos en los campos de la Farmacia clínica e industrial. Además, existe un interés en la formación de habilidades que impulsan la investigación y el desarrollo de productos farmacéuticos innovadores, así como asumir un rol gerencial en áreas administrativas (Universidad Latina de Costa Rica, 2021b).

En concordancia con el segundo criterio, se observó que la estructura del sistema educativo de la universidad cuenta con la Facultad de Ciencias de la Salud, ubicando a la carrera de Farmacia a un nivel de grado para obtener la licenciatura. Tiene una duración de doce cuatrimestres y dos semestres de internado. Para el tercer criterio, se consideró la estructura de la asignatura de Toxicología, la cual se imparte de forma obligatoria en el décimo ciclo y se le denomina con el mismo nombre de la disciplina. Se identificó que cuenta con tres créditos y se requiere haber cursado previamente farmacología III. A su vez, el aprendizaje de la Toxicología implica nueve horas semanales distribuidas equitativamente entre teoría, laboratorio y estudio independiente (Universidad Latina de Costa Rica, 2021b,c,d).

Como cuarto criterio se consideró el objetivo de aprendizaje que plantea la asignatura, de manera que, contempla la adaptación de las definiciones básicas de la Toxicología moderna, toxicocinética y toxicodinámica para que el estudiantado interprete sus implicaciones y comprenda el funcionamiento de las terapias antitóxicas. Del mismo modo, encausa al estudiante en la investigación de fármacos innovadores (Universidad Latina de Costa Rica, 2021d).

En correspondencia con el quinto criterio, se abarca la identificación del modelo de mediación andragógica aplicado para el desarrollo del aprendizaje estudiantil, en el cual se hallaron actividades donde se generan tanto actividades participativas como discusiones y exposiciones orales de casos relacionados con las intoxicaciones durante las sesiones teóricas. Además, en las sesiones de laboratorio se visualizaron estrategias como simulaciones, así como análisis y discusiones que implican la creación de reportes. También, se recalcó de forma general, la elaboración de trabajos individuales y grupales, prácticas, simulaciones computarizadas, análisis de películas y charlas (Universidad Latina de Costa Rica, 2021d).

En cuanto al sexto criterio de análisis, se determinó que el modelo de evaluativo persigue una valoración mediante la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. En este caso, para la evaluación diagnóstica, el docente elige la necesidad de realizar una medición de conocimientos. En cuanto a la evaluación formativa, el docente da paso a la valoración del desempeño del estudiante como resultado de la realización de las actividades de aprendizaje. Entretanto, la evaluación sumativa corresponde a la recolección de los resultados cuantitativos en el proceso de aprendizaje, en este caso, asumen los criterios de las pruebas cortas (5%), tareas (5%) y tres pruebas parciales (20% cada una) y el criterio de laboratorio que aporta un 30%, el cual se distribuye en pruebas cortas (6%), pruebas parciales (9%), trabajo de laboratorio (6%) y reportes (9%) (Universidad Latina de Costa Rica, 2021d).

Por otra parte, se identificaron las tendencias de la Toxicología que la asignatura ofrece a la población estudiantil de la carrera de Farmacia de la Universidad Latina de Costa Rica. Por lo tanto, con el cuadro 19 se hace posible observar dichas tendencias, en correspondencia con los contenidos generales y los aspectos que asume.

**Cuadro 19 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la Universidad Latina**

Tema General	Aspectos que se imparten	Tendencia Identificada
El fenómeno tóxico y mecanismos de acción.	Fases del fenómeno tóxico Relación dosis-respuesta Relación estructura química-actividad Parámetros de toxicidad. Factores que modifican la toxicidad. Generalidades de mecanismos de acción. Toxicidad Global y Toxicidad selectiva. Principales mecanismos de toxicidad: alteración de composición o fluidez de membranas, generación de hipoxia, alteración a nivel de metabolitos esenciales, alteración de actividades enzimáticas, alteraciones a nivel de material genético, generación de intermediarios reactivos.	Toxicología molecular y celular
Principios de toxicocinética [1] [5EP]	Exposición. Mecanismos de transporte de tóxicos a través de las membranas biológicas. Absorción por vía digestiva, respiratoria y cutánea. Distribución de los tóxicos por el organismo. Principales vías de eliminación. Biotransformación. Redistribución postmortem	Toxicología molecular y celular  Toxicología forense

Toxicología de los medicamentos	Mecanismo de acción tóxica, síntomas y tratamiento de la intoxicación. Analgésicos (AINES), vitaminas, antibióticos y sulfonamidas, estimulantes (cafeína, aminofilina), antiarrítmicos y digitálicos, diuréticos, catárticos, Sales de hierro. Fármacos que actúan en Sistema Nervioso Autónomo. Fármacos que actúan en Sistema Nervioso Central: anestésicos locales y de acción central, benzodiacepinas, antidepresivos, barbitúricos, anticonvulsivantes, antiscóticos, litio.	Toxicología molecular y celular Toxicología clínica
Drogas de abuso y Farmacodependencia	Síndrome de dependencia y conducta adictiva. Mecanismo de acción involucrados en la conducta de dependencia. Potencial de reforzamiento, tolerancia y síndrome de abstinencia. Farmacodependencia y tratamiento. Dependencia e intoxicación por estimulantes (cocaína, anfetaminas, tabaco, bebidas con cafeína) Dependencia e intoxicación por depresores (heroína y opiáceos, cáñamo: <i>Cannabis sativa</i> y bebidas alcohólicas). Dependencia e intoxicación por alucinógenos: (LSD, PCP). Nuevas drogas de abuso en la sociedad costarricense (ketamina, cannabinoides sintéticos y piperazinas).	Toxicología molecular y celular Toxicología clínica
Prácticas de dopaje en el deporte	Sustancias involucradas en el dopaje. Métodos de monitoreo y umbral permitido e interpretación. Impacto nocivo de las sustancias dopantes.	Toxicología analítica
Técnicas de análisis en Toxicología analítica	Métodos de identificación de fármacos en tejidos humanos e interpretación de valores y su impacto en la clínica y otras áreas de aplicación.	Toxicología analítica
Toxicología de los plaguicidas	Concepto de plaguicida. Evolución histórica de los plaguicidas. Presentación de los plaguicidas y formulaciones Organoclorados, organofosforados y N-metilcarbamatos, piretroides y piretrinas, fenoxiácidos, bipiridilos, PAAHs, rodenticidas.	Ecotoxicología
Intoxicaciones alimentarias	Causas de intoxicación alimentaria. Antioxidantes y otro tipo de aditivos, sustancias químicas no aditivas, contaminación bacteriana del alimento, toxinas microbianas y fúngicas, botulismo, otras toxinas bacterianas	Toxicología alimentaria
Toxicología de las sustancias de origen natural	Conceptos generales. Plantas domésticas. Accidente ofídico y tratamiento. Batracios. Artrópodos (insectos y arácnidos)	Toxicología clínica
Toxicología de otras	Toxicología de la piel. Cáusticos (ácidos, bases, detergentes y blanqueadores químicos). Metales y metaloides. Asbestos.	Toxicología

sustancias químicas	Cianuro. Monóxido de carbono. Metanol y otros alcoholes (DEG,IPA).	clínica Ecotoxicología
Antídotos y tratamiento de las intoxicaciones	Mecanismo de acción de los antídotos Aplicación de protocolos	Toxicología clínica

Nota: Elaboración propia (2021), basado en Universidad Latina (2021, pp. 4-7).

A partir del cuadro 19, resulta claro que las tendencias en la enseñanza toxicológica de esta universidad, corresponde a la Toxicología clínica, así como a la Toxicología molecular y celular. Por lo tanto, se evidencia la importancia de abarcar los contenidos desde la comprensión de los mecanismos de acción que las sustancias químicas alteran por su comportamiento tóxico. De este modo, permite al futuro profesional la potenciación de los conocimientos sobre las manifestaciones provenientes de un inadecuado funcionamiento de los organismos, es decir, una mejor identificación de sintomatologías para ofrecer las alternativas antidóticas más adecuadas.

Asímismo, se demuestra el interés de la universidad para que el estudiantado, por medio de la tendencia en Toxicología analítica, interprete los resultados que impactan la salud de las personas, con lo que permite llevar a cabo mejores abordajes de los problemas toxicológicos. Del mismo modo, se observa la importancia de los contenidos provenientes de otras tendencias, tales como la alimentaria y la ecotoxicología, ya ofrecen descripciones de valor, referentes a los agentes que pueden causar toxicidad y con ello aplicar un abordaje clínico que permita ofrecer una eficiente opción terapéutica o antidótica e incluso, la posibilidad de desarrollar nuevas terapias antitóxicas.

### **Universidad Internacional de las Américas**

La Universidad Internacional de las Américas (UIA), es una institución privada de educación superior que logró su primera apertura en el año 1986 (UIA, 2021a). Desde su sitio web, se observa que cuenta con una oferta académica de grados, posgrados y cursos libres. A su vez evidencia la presencia de seis facultades, donde destaca la Facultad de Ciencias de la Salud, la cual ofrece licenciaturas en Farmacia, Medicina y Cirugía, así como de Odontología.

De esta manera, desde la carrera de Farmacia de UIA se hace necesario destacar los mismos criterios presentados en las universidades anteriores para dar continuidad a la segunda categoría de diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología. Como primer

criterio, no se logró evidenciar el objetivo de la carrera, por lo que se realizó una interpretación de lo que se espera del egresado de Farmacia. Se pretende que el futuro profesional brinde un servicio farmacéutico integral que adopta características humanitarias, éticas y científicas, con habilidades para desarrollarse en la industria farmacéutica, farmacia clínica, docencia y de investigación. De manera que, conduce a la formación del estudiantado como un especialista en el ámbito medicamentoso (UIA, 2021c).

Como segundo criterio de análisis, se halló que la estructura del sistema educativo ofrece a nivel de grado la licenciatura de Farmacia y consta de doce cuatrimestres. Para el tercer criterio, se observó que la asignatura de Toxicología se imparte de manera obligatoria y se ubica en el noveno cuatrimestre. Esta posee el mismo nombre que caracteriza a la disciplina (UIA, 2021b). Se logró identificar que el tipo de curso es práctico-teórico, cuenta con seis créditos y aporta nueve horas semanales de estudio, cuatro para teoría y cinco para prácticas. A su vez, se encontró como requisito la aprobación de la asignatura de farmacología I (UIA, 2020).

En concordancia con el cuarto criterio, se evidencia que el objetivo de aprendizaje que la asignatura de Toxicología promueve, fundamentalmente, que el estudiante obtenga las bases necesarias para el abordaje de las intoxicaciones provocadas por sustancias que se encuentran en los alimentos y en el ambiente, así como intoxicaciones de carácter farmacológico. Mediante el desarrollo de la teoría y la práctica, se procura que el estudiantado reconozca las dosis tóxicas y las manifestaciones, para lograr un correcto proceder preventivo o terapéutico eficiente desde los campos de farmacia comunitaria, hospitalaria e industrial (UIA, 2020).

Asimismo, se destacó como quinto criterio al modelo de mediación andragógica, donde se observó el empleo de estrategias como infografías, análisis de casos, investigación aplicada, exposiciones temáticas y clases magistrales. Se utilizan casos que ejemplifican la temática desde una visión farmacéutica durante las clases magistrales. Del mismo modo, se halló el empleo simulaciones, técnicas de laboratorio y visitas experienciales, a fin de desarrollar conocimientos sobre situaciones que relacionan las situaciones tóxicas, las cuales pueden ocurrir durante la práctica profesional.

En cuanto al modelo de evaluación, se halló que se emiten valoraciones del conocimiento adquirido mediante exámenes parciales (30%), infografías (20%), exposiciones temáticas (10%), laboratorio (20%) y simulación (20%).

Como criterio de interés, es fundamental mostrar el hallazgo de las tendencias en Toxicología que son impartidas desde la carrera de Farmacia de UIA, las cuales son presentadas a continuación con el cuadro 20, identificadas en concordancia con las temáticas generales y los aspectos impartidos.

**Cuadro 20 Tendencias en Toxicología según contenidos de la carrera de Farmacia de la UIA**

<b>Tema General</b>	<b>Aspectos que se imparten</b>	<b>Tendencia Identificada</b>
Generalidades de la Toxicología	Introducción a la Toxicología. Importancia de la Toxicología en la práctica farmacéutica. Toxicocinética. Toxicodinámica. Atención a las intoxicaciones en el ámbito prehospitalario por parte de los servicios de emergencias médicas. Bases terapéuticas generales en toxicología. Toxindromes. Atención inicial del intoxicado: ABCDE de las Intoxicaciones. Medidas de descontaminación digestiva, cutánea y ocular. Medidas para aumentar la eliminación de los tóxicos. Guía de utilización de antídotos en indicaciones toxicológicas. Dotación de antídotos en el ámbito hospitalario centroamericano. Epidemias y catástrofes tóxicas.	Toxicología celular y molecular Toxicología clínica Catástrofes Tóxicas
Fisiopatología de las intoxicaciones sistémicas	Toxicidad sobre el sistema nervioso central y periférico. Toxicidad hematológica Toxicidad sobre el aparato respiratorio. Toxicidad sobre el aparato cardiovascular Toxicidad hepática. Toxicidad renal. Trastornos hidroelectrolíticos y del equilibrio ácido-base en el intoxicado. Toxicidad otorrinolaringológica.	Toxicología molecular y celular Toxicología clínica
Fisiopatología de las intoxicaciones tóxicas	Toxicología ocular. Toxicología cutánea. Sustancias y químicos que provocan afectaciones en piel. Manejo general de Intoxicaciones cutáneas. Quemaduras químicas	Toxicología clínica

	cutáneas. Intoxicación por Talio, Plata y Mercurio.	
Intoxicación por plantas y animales.	Estadística mundial de intoxicaciones por plantas y animales. Intoxicación por Hongos. Intoxicación por Plantas. Picaduras de Serpientes. Picadura de Alacranes. Picadura de Avispas. Generalidades de la preparación de Antígenos-Antídotos en Picaduras por Serpientes.	Toxicología clínica
Intoxicación por plaguicidas y sustancias químicas de uso común	Clasificación Internacional de Plaguicidas e Insecticidas. Intoxicación por Organofosforados. Intoxicación por Organoclorados. Intoxicación por Carbamatos. Intoxicación por Rodenticidas. Intoxicación por Piretroides	Toxicología clínica
Intoxicación por productos farmacéuticos de uso frecuente	Intoxicación por Acetaminofén. Intoxicación por Salicilatos. Intoxicación por AINES. Intoxicación por Antitusivos. Intoxicación por Antigripales. Intoxicación por Anticoagulantes	Toxicología clínica
Intoxicación por medicamentos del sistema cardiovascular	Intoxicación por Beta bloqueadores. Intoxicación por Calcio antagonistas. Intoxicación por Digitálicos. Intoxicación por Antiarrítmicos	Toxicología clínica
Intoxicación por drogas que actúan sobre el SNC	Mecanismos de acción de los medicamentos que actúan en el SNC. Panorama Mundial de Intoxicaciones por Ansiolíticos, Barbitúricos y Anticonvulsivantes. Intoxicación por Benzodiacepinas. Intoxicación por barbitúricos. Intoxicación por Fenitoína. Intoxicación por Carbamazepina. Intoxicación por Acido Valproico. Panorama Mundial de Intoxicaciones por Antidepresivos, Opioides-Opiáceos y Anfetaminas. Intoxicación por Antidepresivos Tricíclicos. Intoxicación por Inhibidores de la Recaptura de Serotonina. Intoxicación por IMAOs Intoxicación por Litio. Intoxicación por Opioides-Opiáceos. Intoxicación por Anfetaminas.	Toxicología molecular y celular Toxicología clínica
Toxicomanías	Definición de Droga, Fármaco y Medicamento. Panorama Mundial de Intoxicaciones por Drogas de Abuso. Intoxicación por Cocaína. Intoxicación por Marihuana	Toxicología clínica

	Intoxicación por LSD. Intoxicación por nuevas drogas	
Farmacodependencia	Definición de Farmacodependencia. Epidemiología mundial de la farmacodependencia. Definición de Síndrome de abstinencia. Diagnóstico y tratamiento de los síndromes de abstinencia. Toxicovigilancia. Farmacovigilancia. Drogovigilancia. Papel del Farmacéutico en la Farmacodependencia. Asistencia psiquiátrica aguda relacionada con el consumo de tóxicos: abordaje de la agitación, la tentativa de suicidio y el consumo de drogas.	Toxicología clínica
Intoxicación por alimentos	Toxiinfecciones alimentarias por bacterias. Toxiinfecciones alimentarias por virus. Toxiinfecciones alimentarias por parásitos. Manejo terapéutico de las intoxicaciones alimentarias. Cuidados y consejos para prevenir intoxicaciones alimentarias	Toxicología clínica
Intoxicación por detergentes, cloro, etanol y otros alcoholes	Cuidados Generales en el Hogar. Intoxicación por Detergentes. Intoxicaciones por Cloro y Dióxido de Cloro. Intoxicaciones por Etanol. Intoxicaciones por Metanol. Intoxicaciones por Propilenglicol. Intoxicaciones por Alcanfor	Toxicología clínica

Nota: Elaboración propia (2021), basado en UIA (2021, pp. 2-6).

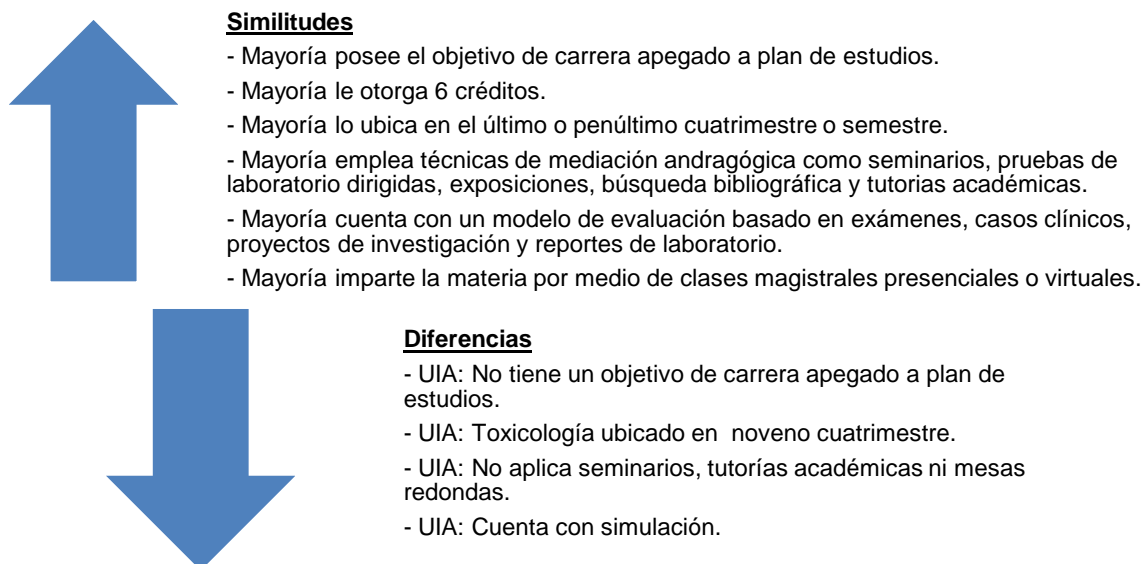
Las tendencias identificadas anteriormente permitieron comprender que la asignatura de Toxicología destaca una indiscutible tendencia clínica. A pesar de observar algunas temáticas que relacionan con la toxicología molecular y celular, así como las catástrofes tóxicas, estas tuvieron un abordaje superficial, principalmente la última tendencia.

En concordancia con el objetivo de aprendizaje del programa de estudio, los aspectos tomados en cuenta dentro de los temas generales, dirigen al conocimiento de una gran cantidad de sustancias que pueden identificarse desde otras tendencias de la toxicología. No obstante, una vez comprendida la intención, se puede determinar nuevamente el enfoque clínico para ejecutar un adecuado abordaje y manejo terapéutico, los cuales son aplicables dentro del campo hospitalario y comunitario. Entretanto, para el ámbito de la industria no fue posible hallar temas que dirigiesen al reconocimiento de situaciones toxicológicas dentro de esta área.

## **Categoría 2: Diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología de las universidades internacionales y nacionales junto con la Facultad de Farmacia de la UIA**

En esta sección se realizó el análisis de los distintos planes de estudio de la asignatura de Toxicología, con el fin de detectar las diferencias y similitudes desde las universidades internacionales y nacionales. Como interés de la investigación, se tomó en cuenta lo que sucede en la Facultad de Farmacia de la UIA, lo cual es de vital importancia para el ofrecimiento de los saberes de dicha asignatura en la población estudiantil de la carrera de farmacia. De manera que, el gráfico 3 brinda una serie de datos que evidencian la información relevante para esta categoría.

### **Gráfico 3 Diferencias y similitudes entre los planes de estudio de Toxicología de las universidades internacionales y nacionales junto con la Facultad de Farmacia de la UIA**



Nota: Elaboración propia (2021)

El gráfico 3 muestra las principales diferencias y similitudes entre las universidades estudiadas. Es evidente que la mayoría de las instituciones de educación superior, conceden a la asignatura de Toxicología un total de 6 créditos. Además, se logró identificar que las estrategias de aprendizaje mayormente empleadas entre las universidades son clases magistrales, seminarios, proyectos, laboratorios y tutorías. Así, la finalidad de las estrategias anteriormente mencionadas, pretenden un mayor abordaje de las temáticas y una mejor comprensión de los contenidos por tratar desde el campo toxicológico, las cuales fomentan acciones activas en el estudiantado.

La finalidad de esta investigación está basada en generar información que permita fortalecer o mejorar la asignatura de Toxicología. Así, mediante el análisis, es importante identificar las principales diferencias con los referentes. Las principales discrepancias se encuentran primeramente en la ubicación de la asignatura dentro de la malla curricular. En la UIA, esta se encuentra a cuatro cuatrimestres antes de culminar la carrera; en las otras universidades la sitúan en el último o en el penúltimo ciclo, ya sea semestral o cuatrimestral.

Lo anterior, revela que para la mayoría de las universidades, es significativo que el estudiantado curse la asignatura de Toxicología luego de formar sus conocimientos teórico-prácticos, provenientes de las otras asignaturas como Farmacología, Química analítica, Química industrial y hospitalaria; se asume que todos los saberes de dichas asignaturas se condensan en Toxicología. Esto indica un mejor aprovechamiento de los contenidos y conocimientos que se produzcan. Por otra parte, la UIA difiere en metodologías como seminarios, tutorías académicas y mesas redondas, actividades que otras universidades aplican con éxito en la enseñanza del curso de Toxicología.

Se señala además, que dentro de las diferencias mostradas, la UIA cuenta con la metodología de aprendizaje de simulación, técnica, la cual se considera de significativa utilidad, para lograr que el futuro profesional se logre visualizar e interactuar con situaciones apegadas al entorno real. Esto se considera un aspecto positivo presentado por la UIA y que a su vez se valora como un espacio de crecimiento para los estudiantes.

En concordancia con el objetivo de la carrera, es clave destacar que desde la toxicología no se cumple con total acierto, pues el futuro profesional interactúa con el campo laboral de la industria y sin embargo, la asignatura de Toxicología no aporta los contenidos relacionados con esta área, como podría ser el caso de temáticas con una tendencia en toxicología analítica o investigativa.

**Cuadro 21 Diferencias y similitudes entre las tendencias de Toxicología de las universidades internacionales y nacionales junto con la Facultad de Farmacia de la UIA**

Universidades	Tendencias							
	Molecular y Celular	Investigativa	Clínica	Analítica	Evaluación del riesgo tóxico	Eco-toxicología	Toxicología alimentaria	Regulatoria
UnIversidad Católica de Murcia	X		X	X	X	X	X	X
Universidad Complutense de Madrid	X	X	X	X	X	X	X	X
Universidad de Alcalá	X		X	X		X	X	
Universidad Nacional Autónoma de México	X		X					
Universidad Nacional Autónoma de Honduras	X		X	X	X			
Universidad de Costa Rica	X		X					
Universidad de Ciencias Médicas	X		X			X	X	X
Universidad Latina	X		X	X		X	X	
<b>Universidad Internacional de las Américas</b>	<b>X</b>		<b>X</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	

Nota: Elaboración propia (2021)

Como se muestra en la figura 21, se analizaron las tendencias adoptadas en los programas de estudio en las universidades tomadas en cuenta para esta investigación. Es importante resaltar que las tendencias con mayor fomento de los conocimientos en toxicología dentro de las universidades, específicamente para la carrera de Farmacia, pertenecen principalmente a la toxicología clínica, así como a celular y molecular.

Con lo anterior, se puede interpretar la necesidad de que la población estudiantil cuente con los saberes elementales y fundamentales para lograr, posteriormente, un desarrollo en temas específicos, tal como el manejo farmacológico y clínico de una intoxicación. Además, se logra observar que la Toxicología analítica, la Ecotoxicología y la Toxicología alimentaria se encuentran destacadas para la mayoría de las instituciones de educación superior en estudio.

No obstante, para el caso de la ecotoxicológica y la alimentaria, implica un reconocimiento de los diferentes agentes tóxicos que le relacionan con la temática, pero se abordan desde un sentido clínico e incluso molecular y celular, pues en estas temáticas generalmente se compromete la relación de los mecanismos de acción, el manejo de la intoxicación en los pacientes y su opción terapéutica o antidótica. Entretanto, para la inclusión de la tendencia analítica, está especialmente relacionada con la finalidad que tienen las carreras de Farmacia dentro de las competencias u objetivos que persiguen para el farmacéutico, tal como un perfil de salida en el campo de la industria.

Como contraparte, se demuestra que existen otras tendencias poco atendidas por parte de las carreras de Farmacia de las distintas universidades, pues se observó que la mayoría no se enfoca en la tendencia de la toxicología investigativa, regulatoria o de evaluación del riesgo tóxico. En tanto que, debido a la profundidad de la investigación realizada, queda claro cuales son las tendencias esenciales para la formación profesional de la carrera de Farmacia. Es considerable mencionar que no siempre se pueden abarcar todas las tendencias en la asignatura, por una situación de priorización.

### **Categoría 3: Descripción de retos en cuanto currículo sobre la Toxicología de la Escuela de Farmacia de la UIA**

Para el desarrollo de la interpretación de las necesidades y retos en cuanto currículo sobre Toxicología, propiamente de la carrera de Farmacia de la UIA, se entrevistaron dos personas representantes del cuerpo docente. Es importante indicar las características de la población participante, puesto que responden al criterio de selección. De tal manera, las dos personas docentes entrevistadas cuentan con licenciatura en Farmacia. En cuanto el tiempo laborado en la universidad uno de ellos indica que desde enero de 2020, es decir, cuatro cuatrimestres de estar en la parte de Toxicología. Mientras que, el otro docente labora desde enero del 2021, e inició la docencia en la parte de Toxicología desde el segundo cuatrimestre del presente año para la sección de simulación.

Interesó, además, indagar en si el personal docente dispone de alguna certificación o grado académico específicamente en toxicología. Una de las personas docentes llevó el denominado: Curso de ensayos toxicológicos aplicados a ciencias farmacéuticas, impartido por la Universidad de la Habana, en octubre del 2016. La otra persona docente participante, indica que no posee alguna certificación o grado académico propio de la disciplina en estudio.

Además, el segundo estrato de la población participante corresponde a personas representantes de la comunidad estudiantil. En particular, se ha seleccionado a una que ya haya cursado la asignatura de Toxicología, mientras que la otra persona participante, al momento en que se realizó el proceso de recolección de datos, era estudiante activa del curso, durante el segundo cuatrimestre 2021.

La población estudiantil considerada en este estudio presenta edades entre 23 y 24 años y ninguno de ellos ha recibido capacitación alguna en toxicología por fuera de la UIA. Una vez comprendidas las condiciones de las personas participantes del estudio durante la fase de recolección de datos, es posible interpretar la información suministrada por el cuerpo docente y estudiantado, por lo que se comparte en concordancia con las dos categorías de análisis. De tal forma, en esta primera parte de la sección se procede con el desarrollo de la percepción de retos en cuanto al currículo de Toxicología.

En cuanto a la importancia de incluir el curso de Toxicología en el plan de estudios de la carrera de Farmacia, uno de los docentes valora que la asignatura es muy relevante, pues está presente en muchos planes de estudios de otras universidades; detalla la posibilidad de que el farmacéutico pueda especializarse en los diferentes campos del área toxicológica, enfocando la importancia del área investigativa y el manejo de las intoxicaciones. Entretanto, el otro docente opinó que el farmacéutico debe conocer dos vías que puede generar una sustancia (efectos terapéuticos y efectos adversos), además, recalcó sobre la colaboración que puede ofrecer en la atención primaria al conocer bajo qué criterios los medicamentos pueden ser tóxicos.

De acuerdo con la percepción del estudiante que llevó el curso acerca del aporte que le generó la toxicología en el conocimiento como farmacéutico, este indicó que le generó un término medio y recalca los cambios que sucedieron durante los inicios de la pandemia del COVID-19; sin embargo, consideró que abre el conocimiento hacia las posibles interacciones medicamentosas y el por qué ocurren las sobredosis.

Desde la perspectiva estudiantil, en cuanto la forma en que está estructurado el programa del curso de Toxicología, el estudiante que lo llevó indicó que la estructura está bien pero que hacían falta herramientas de aprendizaje; entretanto, el estudiante que cursa la asignatura aplaudió la forma integrada de los temas entre la teoría, el laboratorio y la simulación y reconoce que hasta el momento, las temáticas estaban interesantes. Por otra parte, uno de los docentes opinó que la secuencia de los contenidos no tenía un orden lógico, pues, por ejemplo, no iniciaba con los fundamentos de la toxicología y que en su momento no se enfocaban tanto en toxindromes. El otro docente indicó que recientemente se le realizaron modificaciones por la situación de la acreditación y la modificación de los planes de estudio; señaló que está orientado a la toxicología clínica pensado a nivel hospitalario y comunitario, por lo que consideró que se incluyeron los temas más relevantes.

En cuanto al principal reto que presentó el docente al momento de ofrecer el proceso de aprendizaje en la comunidad estudiantil, uno de ellos opinó que fue complicado adaptarse a las temáticas clínicas debido a que su formación fue más ligada a la industria; además, agregó que un reto es plantear una estrategia de enseñanza para lograr el interés de los estudiantes, que no sea simplemente leer un capítulo de un libro, sino adaptarlo con situaciones reales.

El otro docente percibió como reto la virtualidad, principalmente en las actividades de prácticas, pues pierden mucha fidelidad. Sin embargo el volver al modo presencial solucionaría la situación. Además, recalcó como reto las pocas herramientas con las que se dispone, por lo que se debería de contar con un sitio de tipo centro investigador o un sitio genérico estándar para toxicología.

Para conocer el reto que enfrenta la comunidad estudiantil para llevar a cabo de manera exitosa su proceso de aprendizaje en la carrera de Farmacia, se consideró la opinión docente y estudiantil. En orden de mención, uno de los docentes indicó como reto la virtualidad, los laboratorios y el factor tiempo, pues consideró que el cuatrimestre le queda corto a la asignatura de Toxicología.

El otro profesional valoró la falta de docentes disponibles de forma continua en la universidad (profesores de planta) y que además estén más presentes en el proceso formativo; recalcó que la virtualidad favoreció un poco la aclaración de dudas en el estudiantado. Además, valoró la falta de recurso material como equipo o espacios para brindar mayor realimentación del aprendizaje con el empleo de ensayos o ejercicios estadísticos tanto de índole industrial como clínico.

Sobre el mismo contexto, para el estudiante que llevó el curso, la virtualidad es un reto, por la forma en que se mide la enseñanza, es decir, hay una sobrecarga de trabajos y metodologías de aprendizaje, lo cual hace que el estudiante solo salga del paso y no se aprende como se debe. Luego, el estudiante que lleva el curso, consideró el asunto del factor tiempo para realizar los trabajos, señala que sí se aprende pero la sobrecarga de actividades implica un deterioro de la salud mental y física; percibe de esta manera, buscar la forma de distribuir mejor las actividades.

Sobre la misma categoría, interesó conocer al respecto de las acciones que realizó el docente para cumplir el objetivo del programa de la asignatura. Uno de ellos opinó que cuando él impartía las clases de laboratorio, sí se aplicaban prácticas que tenían el enfoque de las tres áreas en donde se desenvuelve el farmacéutico (industrial, hospitalaria y comunitaria). El otro docente consideró que sí se está cumpliendo el objetivo, pues se forman más habilidades desde la estrategia de las simulaciones, para realizar abordajes de emergencia y hacer toma de decisiones

bajo presión, generando un previo a una situación real de intoxicación, lo cual permite culminar con el desarrollo de los aprendizajes.

En el mismo contexto se consultó a los estudiantes sobre qué valoración del cumplimiento del objetivo consideran les fue facilitado en la experiencia del curso. El estudiante que ya llevó el curso indicó que no se efectuó la práctica por motivos de la pandemia, por lo que valoró que solo obtuvo los conocimientos teóricos para reconocer las reacciones medicamentosas, antídotos, intoxicaciones. Desde la experiencia del otro estudiante (quien lo cursa), consideró como un buen cumplimiento del objetivo, recaló nuevamente el trabajo integrado de los docentes para ofrecer un orden de las temáticas y que además se permitía la participación por parte del estudiante. A su vez percibió que el enfoque hasta el momento, le será de utilidad para desenvolverse en la asignatura de Comunitaria.

Se consideró además, conocer sobre la percepción docente y estudiantil de que la asignatura de Toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera. Uno de los docentes opinó que se ubica en el cuatrimestre adecuado, pues se mantiene cerca de las asignaturas de Fisiopatología y Farmacología; entretanto, el otro docente valoró que debería encontrarse en el último cuatrimestre, por ser el momento cuando se tiene todo el dominio de los conocimientos de asignaturas como Farmacia Industrial, Farmacognosia, Farmacologías. En cuanto a los estudiantes, uno de ellos consideró que se encontraba bien ubicada para mantener los conocimientos recientes y continuar con las asignaturas, tal como Comunitaria que implica una relación entre ellas. Por otra parte, el estudiante que llevó el curso, valoró que debe ser una asignatura impartida en el último cuatrimestre.

Se consultó también a ambas poblaciones participantes acerca de los retos identificados en cuanto los tipos de contenidos que se incluyen en el curso. El primer docente indicó que lo correcto es partir de lo general a lo más específico, de manera que se vaya relacionado entre temáticas. El segundo docente, consideró que faltan prácticas de ensayos para conocer por qué una sustancia es tóxica, señalando la deficiencia de las demostraciones analíticas y de ensayo clínico. Además recaló como poco provechoso que las temáticas estén tan divididas y puntualizadas y que lo ideal sea abarcar bastantes temas que generen buenas bases. Para el caso del primer estudiante, este opinó que hace falta una mayor profundización del manejo sobre el tratamiento, pues se aborda poco conocimiento sobre utilizar los tratamientos en las

intoxicaciones. El segundo estudiante, percibió que los contenidos no son inadecuados pero sugiere una actualización con mejores herramientas que se utilizan en el campo clínico.

Ambas poblaciones tuvieron una posición ante la idea de actualización del programa de la asignatura, donde ambos docentes estuvieron de acuerdo en aplicarse; para uno de ellos, deben observarse las necesidades que un estudiante requiere saber sobre toxicología y que además exista una optimización de contenidos y clases. El otro docente consideró la falta de investigación de los referentes y las necesidades a nivel nacional. En este mismo contexto, ambos estudiantes están de acuerdo en una actualización del programa; uno de ellos indicó sobre mejores herramientas de aprendizaje y el otro sobre un mejor manejo del tratamiento de cada una de las intoxicaciones.

En cuanto a la percepción desafiante que tienen tanto los docentes como el estudiantado respecto al uso de la metodología conocida como clases magistrales durante la pandemia del Covid-19, uno de los docentes valoró que siempre debe estar presente y aunque es difícil sustituirse por un modo presencial, indicó que siempre debe estar el espacio para las discusiones, comentarios, entre otros. El otro docente indicó que es un buen momento para fomentar el análisis crítico de la información y destaca que el estudiante es quien debe guiar su propio aprendizaje.

En relación con lo anterior, el primer estudiante indicó que muchos estudiantes, a pesar de la oportunidad para participar, no lo hacen. Indica además que la docente de teoría abre espacio para comentarios y dudas, lo cual es provechoso para el estudiante que así lo observe. El segundo estudiante no ofreció una respuesta clara, sin embargo destacó que realizar casos clínicos le era más provechoso para el aprendizaje.

Luego, se logró obtener algunas opiniones por parte de los estudiantes en cuanto a la experiencia de poner en práctica los contenidos ofrecidos por la persona docente. La estudiante que lleva el curso actualmente se encuentra satisfecha por el modo en que se realizan los exámenes, pues consisten en poner en práctica los conocimientos mediante el análisis, considerando que no implica la memorización, pero sí fomenta el pensamiento crítico. El otro estudiante opinó sobre disminuir los cambios de docentes de la asignatura para mantener una constancia sobre como se ejecutan los contenidos.

Para conocer el nivel de satisfacción que los estudiantes percibieron en cuanto el fomento de su participación por parte de la persona docente, el que llevó el curso indicó que en ese momento eran realmente clases magistrales donde solo se brindaba la teoría y se daba un espacio para dudas. Entretanto, el estudiante que cursa la asignatura indica que ha sido excelente, donde se aprovecha bastante el espacio de teoría y de simulación. No obstante, valoró que las clases de laboratorio deben mejorar, pues desde la experiencia virtual no le ha generado el interés que debiese.

Con respecto a la opinión estudiantil en cuanto al nivel de valoración por la forma en que la persona docente le evaluó, ambos estudiantes valoraron positivamente la forma de evaluar. Específicamente, quien lleva el curso indicó que implicar el sentido crítico en las prácticas, casos, quices, entre otros, es de su agrado. En cuanto al tipo de estrategia de evaluación que los estudiantes consideraron les permitió desarrollar conocimientos sobre la toxicología, para el estudiante que llevó la asignatura, los casos clínicos fueron de los que más conocimientos aportaron; entretanto, la estudiante que lleva el curso consideró que fue el examen, ya que al fomentar el razonamiento le permitió formar un mejor aprendizaje.

Desde la percepción de los estudiantes sobre la toxicología como área laboral, a partir de la forma en que fue desarrollado en el curso, se consideró la opinión del estudiante que finalizó la asignatura. Este señaló que los conocimientos de la toxicología impactan en cualquier ámbito del área de la salud; entretanto, para la estudiante que lleva el curso es un campo al cual le ha dado mucha importancia para la formación de bases sobre sintomatologías y manejos que no se impartirán en otras asignaturas. Además, destacó la posibilidad que el estudiante logre en un futuro enfocarse en un área específica de la toxicología.

Para conocer las principales fortalezas y debilidades del curso, la estudiante que lo está recibiendo encontró como fortalezas la clase de teoría al brindar un acompañamiento, además, espacios para ser críticos y más participativos. La lectura y discusión de artículos, así como los casos clínicos, también son positivos. En las debilidades, consideró la metodología de laboratorio como poco provechosa, a pesar de mantener un hilo conductor entre teoría y simulación. Por lo tanto, consideró que debería abordarse de forma similar la metodología de aprendizaje de teoría.

En el caso del estudiante que llevó la asignatura, opinó que la fortaleza se basaba en que la asignatura da paso al conocimiento de las interacciones medicamentosas, formando una base de conocimiento. En cuanto a las debilidades, destacó que la medición del aprendizaje no era el adecuado y que las clases magistrales no eran dinámicas. Además, valoró que la asignatura no necesitaba un laboratorio, pero si una área de simulaciones.

Con respecto a la identificación de los retos en cuanto al uso de estas estrategias de evaluación como exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación para la construcción de aprendizajes, uno de los docentes consideró que asignar tantas actividades no fomentaba el aprendizaje, solo implicaba que el estudiante cumplía con las actividades. De modo que destacó más importante la calidad que la cantidad para lograr un objetivo. Para el caso de las clases, valoró lo provechoso que pueden ser estas si se desea fomentar en el estudiante una capacidad de análisis crítico y de síntesis de la información, de manera que logre la formación de habilidades para la interpretación y resolución de problemas, así como generar realimentaciones sobre abordajes.

El segundo docente recalcó como reto, la creación de los escenarios para realizar los laboratorios y las simulaciones, pues requiere de una integración. De manera que se debe contar con las herramientas necesarias que engloben las habilidades y los conocimientos. Investigar sobre lo que se hace en otros lugares y cómo relacionar las temáticas de otros cursos, forma parte de este reto. Además, se evidenció el mismo reto desde la perspectiva estudiantil; el estudiante que llevó el curso consideró que el factor tiempo (más para los estudiantes que laboran) dificulta la elaboración de ese tipo de estrategias y concordó con una de las opiniones docentes, al considerar el poco aprendizaje fomentado. Así, generó cierta inclinación por la realización de exámenes.

La estudiante que lleva el curso determinó que si se distribuyeran mejor las actividades, sería más provechoso. En cuanto a las infografías, la estudiante consideró que se cumple con el objetivo de aprendizaje sobre un tema específico. No obstante, señaló que la falta de tiempo no permitía investigar sobre los distintos temas asignados a los demás compañeros y queda un campo vacío en el conocimiento de las temáticas.

#### **Categoría 4: Descripción de necesidades en cuanto currículo sobre Toxicología de la Escuela de Farmacia de la UIA**

Una vez identificado los retos percibidos por la población docente y estudiantil, se procedió con el desarrollo de las consideraciones de las necesidades en cuanto a currículo de Toxicología.

Desde la experiencia docente en cuanto a la identificación de alguna necesidad de formación académica en la persona estudiante de la carrera de Farmacia, para satisfacer las demandas de la sociedad, uno de los docentes inicialmente consideró que a la asignatura de Toxicología le hacen falta las bases farmacológicas, aspectos bioquímicos y fisiológicos, principalmente por la ubicación de la malla curricular donde se encuentra.

Asimismo, valoró que a la carrera de Farmacia necesita una mejor formación en inglés, una mejor administración del tiempo y el análisis matemático para el desarrollo de problemas. El segundo profesor opinó que a nivel de carrera, se necesita mejorar las habilidades blandas, de tal forma que los estudiantes estén preparados para el mundo real, con capacidad de tomar decisiones fundamentadas. A nivel de asignatura, consideró que hace falta una mayor puesta en práctica de los conocimientos aplicados a la toxicología.

En el mismo contexto anterior, la estudiante que lleva la asignatura valoró la necesidad de fortalecer los conocimientos sobre el manejo y tratamiento del paciente para aprovechar más el curso; mientras que quien llevó la asignatura, valoró como necesidad del ofrecimiento de mejores herramientas que fomenten la confianza conforme se avanza en cada asignatura, de manera que cuando se encuentren en el campo laboral, logren transmitir eficientemente la información sobre asuntos de salud.

De acuerdo con la consideración de incluir otras tendencias de la toxicología en el programa de estudio, uno de los docentes consideró ofrecer temáticas con tendencia en la ecotoxicología para observar el campo animal y de las plantas naturales. Además tomó en cuenta a la toxicología analítica y a la forense para aplicarla en dos clases. A su vez, señaló a la toxicocinética y a la ocupacional para obtener conocimientos sobre los accidentes o emergencias toxicológicas desde este campo. El otro docente, señaló que el fuerte del programa es la

toxicología clínica y a su vez, consideró que el nuevo programa contiene la tendencia de la toxicología molecular y celular, por lo que tomar en cuenta el tema sobre los descubrimientos de nuevas drogas, en donde se utilizan modelos computacionales para analizar sitios de acciones, evaluar el efecto negativo o positivo, la Toxicología en este caso podría complementarse bien.

Para el caso de los estudiantes, uno de ellos consideró tendencias como la forense, la molecular y la Toxicología que implique temáticas naturales, con la posibilidad de un abordaje desde los cursos de extensión para mantenerse en constante actualización. Entretanto, la estudiante que lleva el curso se interesó por la tendencia de la evaluación del riesgo tóxico, con fines relacionados a la detección sobre drogas de abuso; a su vez consideró incluir los hechos históricos que han impactado al mundo desde las catástrofes tóxicas, de forma que sea considerado como conocimiento extra.

En cuanto a los principales aciertos de la asignatura y las áreas por mejorar, se obtuvo la percepción de los docentes. El primero indicó que los aciertos dirigen al inicio de una actualización de la asignatura, como lo es el caso de esta investigación. En cuanto a las áreas de mejora, consideró la relevancia de priorizar las temáticas. En concordancia con el segundo docente, el acierto que valoró hace referencia al ofrecimiento de contenidos diversificados, de manera que no solo se abarque el ámbito farmacológico, a su vez, opinó que el laboratorio es la área donde se requiere mejorar, con una secuencia y se permita practicar con ciertas especies fáciles de encontrar, para estudios acerca de los niveles toxicológicos.

Para conocer las acciones que necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses de formación en toxicología de la comunidad estudiantil, se contó con la opinión de ambas poblaciones. De manera que, desde la percepción de ambos docentes, es de considerable importancia capacitarse. A su vez, uno de ellos destacó que la universidad debe cambiar el pensamiento mercantilista, de manera que se invierta más en profesionales con maestrías y doctorados.

Desde la opinión estudiantil, uno de ellos indicó que los docentes deben brindar mejores herramientas, tomando provecho de la tecnología, mientras que el otro estudiante consideró que se requiere de una mejor comunicación entre docentes para equilibrar la cantidad de actividades y con ello adquirir mayor aprendizaje.

En correspondencia con las necesidades percibidas para satisfacer la forma en que se enfoca la metodología de clases en el curso de Toxicología, los estudiantes opinan que el campo práctico es fundamental; uno de ellos indicó nuevamente que el laboratorio debe mejorar, así como el manejo de paciente. Desde la percepción docente, uno de ellos destacó que se deben evitar las actividades que no garantizan el aprendizaje, por lo que el docente requiere de empatía para formar a los futuros profesionales, con el objeto de cumplir con las expectativas que demanda mercado. La opinión generada por el segundo docente, recalcó la necesidad en cuanto al desarrollo de habilidades blandas, la capacitación y las herramientas adecuadas.

En concordancia con el proceso de evaluación del curso de Toxicología, las acciones que interesaron a uno de los docentes, consistieron en la elaboración de un proyecto de investigación o revisión, que culmine con una exposición y un artículo científico, de forma que abarque un 50% de la nota, mientras que el otro 50% sea distribuido como evaluación periódica no exhaustiva para aprovechar el aprendizaje de los contenidos y que sean consolidados. Del mismo modo, el segundo docente consideró que las estrategias de evaluación actuales son las adecuadas. Sin embargo, señaló que la variedad de estas generan agotamiento en el docente, pero valoró que en el estudiante es más enriquecedor.

En relación con lo anterior, para quien ya llevó la asignatura se debe disminuir la cantidad de trabajos asignados en caso de ser virtual, pues constituye una etapa en donde muchos de los estudiantes se encuentran en un proceso donde realizan talleres o rotaciones. En tanto que señaló favorable la evaluación al elaborar exámenes en conjunto con una menor cantidad de estrategias de aprendizaje.

Para el caso de la estudiante que lleva el curso, se mostró a favor la realización de exámenes que implican el análisis. Además, consideró necesario modificar la manera en que se hacen trabajos como las infografías, pues la distribución de los distintos temas entre los grupos conformados, no permiten el aprendizaje de la asignatura para toda la población estudiantil. Sin embargo, la estudiante se interesó sobre mostrar dicho trabajo en clase para comentarlo con el grupo y el docente.

En cuanto a las opiniones sobre la identificación de buenas prácticas en el aprendizaje de Toxicología en otras universidades internacionales y nacionales, uno de los docentes experimentó

la realización de un solo proyecto, de forma que se asignó un grupo por semana para generar información según la temática; la recolección semanal de dicha información fue utilizada por el siguiente grupo y cuando finalizó el proyecto, esta fue compartida entre todos los grupos participantes, para fomentar el trabajo en equipo y el aprendizaje práctico. Del mismo modo, uno de los estudiantes consideró de valor que el docente que imparte la simulación de Toxicología en la UIA, envía al grupo telefónico información sobre artículos científicos, webinars y reuniones de *zoom* de otros profesores de Toxicología. Además, destacó la oportunidad para participar en las charlas que la Federación Costarricense de Estudiantes de Farmacia (FECOEF); señaló que desde la universidad se motive este tipo de actividades.

Finalmente, para cerrar esta sección, se tomó en consideración las recomendaciones que brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología, De manera que, desde la percepción de ambos docentes, recomendaron la consulta de referentes públicos y privados, tanto a nivel nacional como internacional. El primer docente sugirió la asesoría de expertos para hallar carencias o necesidades del ámbito toxicológico e incluirlos en los aprendizajes para ocupar los espacios que requieren las entidades. En cuanto al segundo docente, este indicó que se debe trasladar la asignatura del noveno cuatrimestre al décimo o duodécimo bloque cuatrimestral. Además, recomendó acerca de la consulta de referentes de la industria y del campo investigativo.

Desde la valoración estudiantil, uno de ellos recomendó la actualización tanto los contenidos como las metodologías de aprendizaje, de manera que la asignatura pueda gozar de los conocimientos adquiridos. En cuanto a la estudiante que cursa la asignatura, sugirió una mejor organización de las actividades de aprendizaje, así como la reducción de la cantidad de trabajos asignados, de forma que exista mayor comunicación entre docentes para solventar la situación. Para el caso de actualización de los temas, concuerda con los mencionados anteriormente.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se indican las conclusiones de mayor relevancia en la presente investigación, las cuales tienen concordancia con los objetivos específicos y a la pregunta de investigación.

Posteriormente, se hace una serie de recomendaciones para tomar en consideración en cuanto a la mejora de la asignatura de Toxicología.

### **Conclusiones**

Las universidades analizadas imparten los conocimientos de la carrera de Farmacia, en concordancia con el tipo de perfil laboral que identifican como necesario para la adecuada incorporación del futuro profesional en el mercado laboral.

Se identificó la presencia de ocho tendencias en Toxicología para el fortalecimiento de los contenidos de la asignatura, que en orden de relevancia son: Toxicología clínica, molecular y celular, alimentaria, Ecotoxicología, analítica, regulatoria, investigativa y análisis de riesgo tóxico. No en todas las universidades se abarcan las ocho tendencias, en su lugar, se sigue una línea deseada que se prioriza de acuerdo con el interés y enfoque de cada universidad.

Las estrategias de evaluación utilizadas en la población estudiantil, se señalan los exámenes, pruebas cortas, trabajos de investigación, reportes de laboratorio, entre otros, lo cual se asemeja con lo empleado en el país.

Hay claridad en cuanto a que las evaluaciones de la asignatura deben asignarse de forma balanceada. Además se contó con realimentación de estudiantes que llevaron el curso o lo hacen actualmente y consideran que la combinación exámenes/trabajos los ayuda para un mejor aprendizaje

Respecto a las necesidades de mejora en el curso de Toxicología, sobresalen la necesidad de capacitación para el cuerpo docente, la unificación de la información dada a los estudiantes en el curso de teoría y el curso de laboratorio, la necesidad de plasmar en el plan de estudios todas las actividades realizadas en los cursos y además, incluir temáticas relacionadas con el campo industrial.

Se demostró con esta investigación que la UIA no incorpora en el programa de estudios de la asignatura de Toxicología de la carrera de Farmacia, herramientas de aprendizaje tales como seminarios, mesas redondas y otras técnicas andragógicas utilizadas en la actualidad para fortalecer la línea de aprendizaje en las personas adultas.

En general, los resultados obtenidos evidencian un criterio donde la UIA tiene un plan de estudios adecuado, pero posee ciertas oportunidades de mejora que deben ser resueltas, para fomentar una óptima educación superior en los estudiantes, con el uso de las herramientas necesarias para aplicar el conocimiento aprendido.

### **Recomendaciones**

Al cuerpo docente:

Se recomienda adaptar las herramientas de aprendizaje como seminarios, tutorías, mesas redondas, de manera que sea provechoso para discutir o generar conocimientos de distintas temáticas o tendencias del ámbito toxicológico.

Incorporar temáticas que implique a la Toxicología Analítica en el laboratorio de Toxicología, para que se adapte a la interpretación objetiva de la carrera de Farmacia y al objetivo del programa de la asignatura de Toxicología. Una de las temáticas por considerar es el conocimiento o evaluación de sustancias con comportamiento tóxico, mediante la interpretación de pruebas analíticas, ensayos o resultados clínicos.

Se recomienda el empleo de estrategias de aprendizaje como seminarios, tutorías, proyectos de revisión bibliográfica o de alguna tendencia en Toxicología, de forma que se incorpore a lo largo del curso; principalmente aplicable al laboratorio, donde se requiere la mejoría del aprendizaje.

Implementar la evaluación continua a partir de actividades de aprendizaje donde se fomente la crítica, la discusión e investigación, para establecer un rol activo e integral de los conocimientos por parte del estudiantado. Se trata de mejorar las habilidades blandas para la toma de decisiones fundamentadas y que a su vez se reduzca la carga de trabajos, pues genera agotamiento por parte del docente y el estudiante.

Se recomienda mejorar la comunicación entre los docentes, para convenir la aplicación de las estrategias que la presente investigación contiene en el apartado de los resultados y lo sugerido en las conclusiones, a fin de reducir la cantidad de tiempo demandado actualmente por ciertas estrategias, las cuales no fomentan adecuadamente el aprendizaje.

A la Dirección de Farmacia:

Se recomienda trasladar la asignatura a los últimos bloques cuatrimestrales (último o penúltimo) para lograr un mayor aprovechamientos de los conocimientos adquiridos desde las otras asignaturas como Farmacología, Farmacia Industrial, entre otras.

Además, se recomienda la realización evaluaciones, en conjunto con los referentes públicos y privados, tanto nacionales como internacionales, para hallar las necesidades que deban ser cubiertas, donde implique la generación de actividad en el campo de la toxicología y con ello ofrecer a los futuros profesionales de la carrera de Farmacia los conocimientos adecuados para desempeñarse en esas posibles áreas.

A la UIA:

Se le recomienda incorporar un centro investigativo o uno exclusivo para la realización de las actividades prácticas del curso de Toxicología.

Al mismo tiempo, se recomienda a esta institución el ofrecimiento de capacitaciones al cuerpo docente en cuanto a la especialización en el ámbito de la Toxicología y en las nuevas metodologías de la enseñanza andragógica, para fomentar adecuadamente los conocimientos en el estudiante.

## REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). (2005). Libro Blanco, Título de Grado en Farmacia. Madrid, España. pp 1-251. Recuperado el día 26 de febrero de 2021 de: [http://www.aneca.es/var/media/150368/libroblanco\\_farmacia\\_def.pdf](http://www.aneca.es/var/media/150368/libroblanco_farmacia_def.pdf)
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2019). Introducción a la Toxicología. recuperado de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology\\_curriculum/modules/1/es\\_lecturenotes.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/1/es_lecturenotes.html)
- Aguilar, R., Fernandez, E., Gaspar, M., Jambrina, A. Y Noqué, S. (2016). Guía de antídotos para los centros hospitalarios de Cataluña. Departamento de Salud. Generalitat de Catalunya, Barcelona, España.
- Antezana, R. (2015). Sílabo por competencias en la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Huancavelica. *Horizonte de la Ciencia*, 5(8), 97-104.
- Apodaca, G., Ortega, L., Verdugo, L. y Reyes, L. (2017). Modelos educativos: un reto para la educación en salud. *Ra ximhai*, 13(2), 77-86.
- Badilla, B., Montero, N., Mora, A., Quesada, Y., Castro, G. y Monge, M. (2018). Contribución al desarrollo de la educación farmacéutica costarricense: Perfil Académico Profesional de la persona farmacéutica asistencial. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(3), 544-574. <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v18i3.34421>
- Barile, F. (2013). *Principles of Toxicology Testing*. Estados Unidos: CRC Press
- Barrantes, R. (2013). *Investigación: un camino al conocimiento*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Barría, J. (2016). Informe de Internado Realizado en Laboratorio Toxicológico y Forense como parte de los Requisitos para Optar al Título de Químico-Farmacéutico. Chile 2015-2016. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fcb275i/doc/fcb275i.pdf>

- Beber, R. (2013). Proyecto para la Implementación de un Programa de Maestría en Toxicología en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala (Informe de tesis para optar al título de Químico Farmacéutico). Universidad de San Carlos, Guatemala. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF1312.pdf>
- Beilmann, M., Boonen, H., Czich, A., Dear, G., Hewitt, P., Daneshian, M., ... y Steger-Hartmann, T. (2019). Optimizing drug discovery by investigative toxicology: current and future trends. *Alternatives to Animal Experimentation: ALTEX*, 36(2), 289-313.
- Calderón, K. (2019). *La didáctica hoy. Concepciones y aplicaciones*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Campos, J. y Madriz, L. (2017). *Investigación-acción en contextos educativos*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Capó, M. (2003). La ecotoxicología, una ciencia de hoy. *Medicina Balear*. 18 (3), 101-104
- Castillo S. (2018). Andragogía, andragogos y sus aportaciones. *Voces De La Educación*, 3(6), 64-76.
- Chil, I., & Escalona, J., & Bertrán, Molina, S., Dutok, C. Arias, D., Pérez, L., Ochoa, A. & Picanco, R. (2020). Perfeccionamiento de la estrategia curricular de medio ambiente de la carrera de ciencias farmacéuticas de la Universidad de Oriente, Cuba. *Revista Científica del Amazonas*. 3(5), 6-17. DOI: 10.34069/RC/2020.5.01
- Clínica Universidad de Navarra. (2020). Diccionario médico Veneno. Recuperado de <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/veneno>
- Contreras, S. y Oliva, F. (2015). Consumo de Drogas y Percepción de Riesgo en Jóvenes del CUValles de la U. de G. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 5(10), 472-482.
- Córdoba, D. (2006). Toxicología. Colombia: Editorial Manual Moderno Ltda.
- Del Castillo, B. (s.f.). Evolución de los Planes de Estudio de Farmacia en España. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense Madrid. pp 1-10 Recuperado el día 12 de febrero de 2019 de la fuente <http://www.publicacions.ub.edu/revistes/edusfarm0/documentos/50.pdf>

- Doadrio, A., Torres, I., Parra, P., Quirino, C., López, E., Castillo, B., & García, A. (2019). Armonización Curricular Farmacéutica en Iberoamérica. Documento de trabajo de la Conferencia Iberoamericana de Facultades de Farmacia (COIFFA). *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 858(2), 99-122.
- Erickson, M. y Penning, T. (2019). Toxicidad de fármacos y envenenamientos. En Brunton, L., Hilal, R. y Knollmann, B. (Eds). *Las Bases Farmacológicas Terapéuticas*. pp. 55. México: McGraw-Hill.
- Facultad de Ciencias Médicas de Managua. (s.f.). Diseño Curricular Toxicología Clínica. la Universidad Nacional Autónoma de Managua. Recuperado de: <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/unan-managua-especialidad-toxicologia-clinica-contenido-completo.pdf>
- Flanagan, R., Cuypers, E., Maurer, H. y Whelpton, R. (2020). *Fundamentals of Analytical Toxicology Clinical and Forensic*. Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd
- Giannuzzi, L. (s.f.). *Toxicología General y Aplicada*. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71533>
- Gómez C., Hernández M. y Marcos A. (2015). Papel del Profesional en Farmacia Ante las Alertas Farmacéuticas. *Actas de las III Jornadas de Formación en Toxicología 2015*. *Revista de Toxicología*, 32 (2). 161-171. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91942717015>
- Gómez, M. (2016). *Elementos de estadística descriptiva*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Guevara, B., Amaro, M., y Romero, G. (2008). Evolución de la enseñanza de la toxicología en los estudios de Farmacia de la Universidad Central de Venezuela. *Revista Facultad de Farmacia*, 71(2), 2-10.
- Hernández, A. (2002). La enseñanza de la toxicología en las ciencias biosanitarias del siglo XXI. *Revista de Toxicología*, 19, 23-28.
- Hernández, R, Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Editorial Mc Graw Hill.

- Instituto Clodomiro Picado (2021a). Historia del Instituto Clodomiro Picado. Recuperado de <http://www.icp.ucr.ac.cr/index.php/es/sobre-el-icp/historia-del-instituto-clodomiro-picado>
- Instituto Clodomiro Picado (2021b). Organización. <http://www.icp.ucr.ac.cr/es/sobre-el-icp/organizacion>
- Instituto Clodomiro Picado (2021c). Actividades Sustantivas. Recuperado de <http://www.icp.ucr.ac.cr/es>
- Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional de Costa Rica (IRET-UNA). (01, Junio, 2021). Docencia. Recuperado de <http://www.iret.una.ac.cr/index.php/docencia>
- Jiménez, J. (10 de noviembre de 2016). Costa Rica se convierte en el primer país de Centroamérica y el Caribe en acoger congreso en Toxicología Forense. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/11/10/costa-rica-se-convierte-en-el-primer-pais-de-centroamerica-y-el-caribe-en-acoger-congreso-en-toxicologia-forense.html>
- Jiménez, J. (23 de noviembre de 2016). Nuevo conocimiento enriquece la investigación forense de Costa Rica y Latinoamérica. Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/11/23/nuevo-conocimiento-enriquece-la-investigacion-forense-de-costa-rica-y-latinoamerica.html>
- Lansdowne, E. (2017). 4 Toxicology Approaches in Drug Discovery. Drug Discovery from Technology Networks. Recuperado de: <https://www.technologynetworks.com/drug-discovery/lists/4-toxicology-approaches-in-drug-discovery-294488>
- León, A. (2015). Aprender haciendo: Uso de una estrategia didáctica en un curso avanzado de la carrera de Farmacia de la Universidad de Costa Rica. *Revista Educación*, 39(2), 105-113.
- León, G. y Zúñiga, A. (2019). Mediación pedagógica y conocimientos científicos que utilizan una muestra de docentes de ciencias en noveno año de dos circuitos del sistema educativo costarricense, para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Electrónica Educare*, vol. 23 (2), pp. 1-24. Recuperado de: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/download/9690/15455/>
- Ley General de la Salud, N° 5395. (1973). Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Recuperado de:

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=96425&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=96425&strTipM=TC)

- Lifshitz, A. (2004). Andragogía y aprendizaje del adulto. *Medicina Interna de México*. 153-156. Recuperado de <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3cde2c9f-234a-44df-803c-ad2e981d5d00%40sessionmgr4010&vid=0&hid=4112>
- Lombardo, G. (2019). *Manual de Toxicología Laboral*. Argentina: Eduntref.
- López, O., García, J., Batte, I. y Cobas, M. (2015). La mejora continua: objetivo determinante para alcanzar la excelencia en instituciones de educación superior. *Edumecentro*, 7(4), 196-215.
- Lumbreras, B., Davó, M., Vives, C. & Bosch, F. (2015). Competencias y contenidos comunes de salud pública del grado en farmacia de las universidades españolas. *Gaceta sanitaria*, 29(1), 44-50.
- Maduro, R., Bolívar, E., Iturriza, H., Barrios, N., García, H., & Rodríguez, J. (2007). Enseñanza de la matemática desde una perspectiva andragógica. *Educación y Educadores*, 10(2), 51-61. Recuperado de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=8e76cf2a-b0e5-4f4b-8807-e1463eb41754%40sessionmgr102&vid=0&hid=101>
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Pérez, M. (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Barcelona, España. Editorial Graó. Recuperado de [http://uiap.dgenp.unam.mx/apoyo\\_pedagogico/proforni/antologias/ESTRATEGIAS%20DE%20ENSENANZA%20Y%20APRENDIZAJE%20DE%20MONEREO.pdf](http://uiap.dgenp.unam.mx/apoyo_pedagogico/proforni/antologias/ESTRATEGIAS%20DE%20ENSENANZA%20Y%20APRENDIZAJE%20DE%20MONEREO.pdf)
- Morales, O. y Leguizamón, M. (2018). Teoría andragógica: aciertos y desaciertos en la formación docente en TIC. *Praxis & Saber*. 9 (19). 161-181. 10.19053/22160159.v9.n19.2018.7926.
- Morán, I., Baldirà, J., Marruecos, L. y Nogué, S. (2011). *Toxicología Clínica*. España: Difusión Jurídica y Temas de Actualidad S.A.
- Moreno, S., Palomino, P., Frías, A. & Pino, R. (2015). En torno al concepto de necesidad. *Index de Enfermería*, 24(4), 236-239. <https://dx.doi.org/10.4321/S1132-12962015000300010>

- Nogué, S. (2019). Toxicología Clínica. Bases para el diagnóstico y el tratamiento de las intoxicaciones en servicios de urgencias, áreas de vigilancia intensiva y unidades de toxicología. España: Elsevier
- Organismo Investigación Judicial [OIJ] (2021). Ciencias Forenses: Sección de Toxicología. Recuperado de <https://sitiooij.poder-judicial.go.cr/index.php/oficinas/departamento-de-ciencias-forenses/toxicologia>
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). Cap. 19 Gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxico y peligrosos. En *Programa 21*. Recuperado de: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter19.htm>
- Organización Internacional del Trabajo. (2013). Safety and Health in the use of Chemical at Work. International Labour Organization. Recuperado de: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_235085.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_235085.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). 10 Datos sobre la Seguridad del Paciente. Recuperado de: [https://www.who.int/features/factfiles/patient\\_safety/es/](https://www.who.int/features/factfiles/patient_safety/es/)
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). Cursos de Toxicología a nivel de grado y posgrado en América Latina. Recuperado de: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52891>
- Pérez, L., Guirola, J., Fleites, P., Pérez, Y., Milián, T. y López, D. (2014). Origen e historia de la Toxicología. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 43(4), 499-514.
- Pizarro, A. (2018). El Rol del Farmacéutico en la Prevención de Intoxicaciones en la Población Pediátrica Basado en las Estadísticas del Centro Nacional de Intoxicaciones del Periodo 2015-2016. (Tesis Doctoral). Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica.
- Pope, C. y Liu, J. (2020). An Introduction Interdisciplinary Toxicology: From Molecules to Man. Reino Unido: Academic Press.
- Programa Internacional sobre Seguridad de las Sustancias Químicas (2017). Herramienta de evaluación de riesgos para la salud humana de la OMS: peligros químicos (Documento no. 8 del Proyecto de armonización del IPCS). Ginebra: Organización Mundial de la Salud

Quesada, M. (2018). *Estratega de mediación pedagógica para la capacitación en entornos virtuales de aprendizaje, en la Universidad Técnica Nacional*. (Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Tecnología Educativa con énfasis en producción de medios instruccionales). Universidad Estatal a Distancia. Recuperado de: <http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/1792/1/TFG%20Mar%C3%ADa%20Rebeca%20Quesada%20Murillo%20MTE%20-UNED-2018.pdf>.

Real Academia Española (26 de febrero de 2021). Reto. <https://dle.rae.es/reto>

Real Academia Española (01 junio 2021). Docencia. Recuperado de: <https://dle.rae.es/docencia>

Real Academia Española (01 junio 2021). Tendencia. Recuperado de <https://dle.rae.es/tendencia>

Red Centroamericana de Institutos y Centros de Información y Asesoramiento Toxicológico [REDCIATOX]. (2021). Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos. Recuperado de: <https://www.redciatox.org/centro-de-investigacion-e-informacion-de-medicamentos-y-toxicos-ciimet-panama>

REDCIATOX. (2021). Centro Nacional de Control de Intoxicaciones. Recuperado de <https://www.redciatox.org/centro-nacional-de-control-de-intoxicaciones-de-costa-rica>

Reglamento de Especialidades Farmacéuticas, Colegio de Farmacéuticos de Costa Rica. Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. Sistema Costarricense de Información Jurídica (2010). Recuperado de [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=63000](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=63000)

Reglamento Registro y Control Sustancias Tóxicas y Productos Tóxicos y Peligrosos, N° 24099-S. Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. Sistema Costarricense de Información Jurídica (1994). Recuperado de: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=23539&nValor3=101246&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=23539&nValor3=101246&strTipM=TC)

Repetto, M. y Repetto, G. (2009). *Toxicología Fundamental*. España: Díaz de Santos.

Repetto, M., Vilanova, E., Hernández, A., Ordóñez, D., y Cameán, A. (2001). La enseñanza de la Toxicología en el siglo XXI. *Revista de Toxicología*, 18(3), 144-148.

Rodamilans M., Gómez J., Barenys M., Llobet J., Pubill D. & Quirante J. (2018). Actividades de integración de conocimientos en el Grado de Farmacia. Aplicación en la asignatura de

toxicología. *Ars Pharmaceutica* (Internet), 59(2), 99-107.  
<https://doi.org/10.30827/ars.v59i2.738>.

- Roldán, L. (2005). Elementos para evaluar planes de estudio en la educación superior. *Revista Educación*, 29(1), 111-123
- Rojas, A. (2016). *Planeamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Romero, J., Rodríguez, E., y Romero, Y. (2013). El trabajo docente: Una mirada para la reflexión. *Perspectivas docentes*, (51), 35-38.
- Roqué, C. (2016). Lo que se debe saber acerca de Toxicología Forense. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras*. 1(2). 64-67.
- Roque, C. (2018). Toxicología TF-510 Syllabus. Descripción general del curso de Toxicología para la carrera de Química y Farmacia de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/254286045/SILABO-Toxicologia-UNAH>
- Salcedo, A. (2019). Educación en salud para prevenir intoxicaciones. *Horizonte sanitario*, 18(3), 249-251.
- Santos, S. (2003). Paracelso el médico, Paracelso el alquimista. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 4, 53-61.
- Sheikh, A., Dhingra, N., Kelley, E., Kieny, M. y Donaldson, L. (2019). El tercer reto mundial por la seguridad del paciente: reducir los daños causados por los medicamentos. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de: <https://www.who.int/bulletin/volumes/95/8/17-198002/es/>
- Silbergeld, E. (s.f.). Toxicología. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Recuperado de <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+33.+Toxicolog%C3%ADa>
- Sparling, D. (2018) .*Basics of Ecotoxicology*. Estados Unidos de América: CRC Press, Taylor & Francis Group

- Stanley, L. (2014). *Molecular and Cellular Toxicology: An Introduction*. Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd.
- Teitelbaum, D. (2021). Capítulo 56: Introducción a la toxicología: ocupacional y ambiental. *Farmacología básica y clínica*. México: McGraw Hill.
- Torres, M. (2006). *Principios de Toxicología en la Formación Farmacéutica*. Facultad de Ciencias. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia
- Torres, M. (2018). *Propuesta de Inclusión del Curriculum Académico de Farmacología Veterinaria en el Plan de Estudios de la Carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas*. (Tesis para optar por el Grado de Licenciatura en Farmacia). Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica.
- Tünnermann, C. (2008). *Modelos educativos y académicos*. Brevarios Universitarios. Nicaragua: Editorial Hispamer
- United States Environmental Protection Agency. (2020). *Our Mission and What We Do*. Recuperado de: <https://www.epa.gov/aboutepa/our-mission-and-what-we-do>
- Universidad Católica de Murcia (2019). *Guía Docente 2018/2019 Toxicología Grado en Farmacia Modalidad Presencial*. Recuperado de [https://www.ucam.edu/sites/default/files/estudios/grados/grado-farmacia/presencial/plan-de-estudios/05\\_v\\_2018-19\\_toxicologia\\_0.pdf](https://www.ucam.edu/sites/default/files/estudios/grados/grado-farmacia/presencial/plan-de-estudios/05_v_2018-19_toxicologia_0.pdf)
- Universidad Católica de Murcia (01 de Julio 2021a). *La Universidad: Quienes somos*. Recuperado de <https://www.ucam.edu/universidad>
- Universidad Católica de Murcia (01 de Julio 2021b). *Grado en Farmacia*. Recuperado de <https://www.ucam.edu/sites/default/files/documentos/folletos-estudios/ucam-grado-en-farmacia.pdf>
- Universidad Católica de Murcia (01 de Julio 2021c). *Consulta de Guía Docentes: 10555-Toxicología*. Recuperado de [https://laurea.ucam.edu/doa/consultaPublica/look\[conpub\]MostrarPubGuiaDocAs?entradaPublica=true&idiomaPais=es.ES&\\_anoAcademico=2021&\\_codAsignatura=10555](https://laurea.ucam.edu/doa/consultaPublica/look[conpub]MostrarPubGuiaDocAs?entradaPublica=true&idiomaPais=es.ES&_anoAcademico=2021&_codAsignatura=10555)
- Universidad Ciencias Médicas (01, Junio, 2021). *Farmacia Plan de Estudio*. Recuperado de [https://ucimed.com/wp-content/uploads/2020/11/20201103\\_Farmacia\\_Plan\\_de\\_estudio.pdf](https://ucimed.com/wp-content/uploads/2020/11/20201103_Farmacia_Plan_de_estudio.pdf)

- Universidad Complutense de Madrid (01 de Julio 2021a). Grado en Farmacia Ficha Docente: Toxicología. Recuperado de: <http://147.96.70.122/Web/Programa/803533.pdf>  
comlutense programa de toxicología
- Universidad Complutense de Madrid (01 de Julio 2021b). Grado de Ciencias de la Salud Farmacia. Recuperado de <https://farmacia.ucm.es/data/cont/docs/titulaciones/1914.pdf>
- Universidad Complutense de Madrid (01 de Julio 2021c). La Universidad Complutense. Recuperado de <https://www.ucm.es/laucm>
- Universidad de Alcalá (2020). Guía Docente Toxicología. Grado en Farmacia Universidad de Alcalá. Recuperado de <blob:https://www.uah.es/fa7d3cb4-16d6-4c25-9af1-f954c3aa4e8d>
- Universidad de Alcalá (02 Julio de 2021a). Conoce la UAH. Recuperado de <https://www.uah.es/es/>
- Universidad de Alcalá (02 Julio de 2021b). Grado de Farmacia. Recuperado de <https://www.uah.es/es/estudios/estudios-oficiales/grados/Grado-en-Farmacia/>
- Universidad de Ciencias Médicas (04 Julio 2021a). Acerca UCIMED: Nuestra historia. Recuperado de <https://ucimed.com/nosotros/>
- Universidad de Ciencias Médicas (04 Julio 2021b). Farmacia Plan de Estudios UCIMED. Recuperado de [https://ucimed.com/wp-content/uploads/2020/11/20201103\\_Farmacia\\_Plan\\_de\\_estudio.pdf](https://ucimed.com/wp-content/uploads/2020/11/20201103_Farmacia_Plan_de_estudio.pdf)
- Universidad de Ciencias Médicas (2020). FA30 Toxicología y Farmacodependencia. Carrera de Licenciatura en Farmacia-UCIMED. Costa Rica: Universidad de Ciencias Médicas
- Universidad de Costa Rica (2016). Sistema de Aplicaciones Estudiantiles SAE, Modulo Planes de Estudio: Fascículo Unidad Académica Farmacia. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2020/planes-estudio/Rodrigo%20Facio/Salud/Farmacia/lic.-en-farmacia,-plan-2.pdf>
- Universidad de Costa Rica (2021). Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA): Historia del CICA. [http://cica.ucr.ac.cr/?page\\_id=6367](http://cica.ucr.ac.cr/?page_id=6367)
- Universidad de Costa Rica (2021). Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA): Misión y Visión. [http://cica.ucr.ac.cr/?page\\_id=6367](http://cica.ucr.ac.cr/?page_id=6367)
- Universidad de Costa Rica (2021). Facultad de Microbiología: Análisis Clínicos. Recuperado de <http://www.micro.ucr.ac.cr/areas-de-trabajo/analisis-clinicos>

- Universidad de Costa Rica (04 Julio 2021a). Acerca de la U: Nuestra razón de ser. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/acerca-u/>
- Universidad de Costa Rica (04 Julio 2021b). Facultad de Farmacia: Oferta académica. Recuperado de <http://www.farmacia.ucr.ac.cr/node/48>
- Universidad de Costa Rica (04 Julio 2021c). Facultad de Farmacia: Licenciatura en Farmacia. Recuperado de <http://www.farmacia.ucr.ac.cr/node/91>
- Universidad de Costa Rica (s.f.). Propuesta Programática FA-5026 Toxicología. Facultad de Farmacia: Departamento de Farmacología, Toxicología y Farmacodependencia. Universidad de Costa Rica.
- Universidad de Costa Rica (01, Junio, 2021). Carreras en Salud: Escuela de Medicina. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/estudiantes/carreras/#salud>
- Universidad de Costa Rica (01, Junio, 2021). Carreras en Salud: Facultad de Farmacia. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/estudiantes/carreras/#salud>
- Universidad Estatal a Distancia (01 de junio de 2021). Parte segunda: La formulación del plan de estudios y cursos en la UNED. Recuperado de: <https://www.uned.ac.cr/academica/images/igesca/materiales/17.pdf>
- Universidad Iberoamericana (01, Junio, 2021). Plan de Estudios Bachillerato y Licenciatura en Farmacia. Recuperado de [https://www.unibe.ac.cr/download/plan\\_estudios\\_farmacia.pdf](https://www.unibe.ac.cr/download/plan_estudios_farmacia.pdf)
- Universidad Internacional de las Américas (2020). Programa de Curso de Toxicología. Licenciatura de Farmacia UIA.
- Universidad Internacional de las Américas (UIA). (2021a). Historia de la universidad. Recuperado de <https://uia.ac.cr/sobre-uia/historia-y-simbolos>
- Universidad Internacional de las Américas (UIA). (01, Junio, 2021b). Licenciatura: Énfasis en Farmacia. Recuperado de [https://uia.ac.cr/control-uploads/pdf/ac\\_52\\_PE\\_FARMACIA.pdf](https://uia.ac.cr/control-uploads/pdf/ac_52_PE_FARMACIA.pdf)
- Universidad Internacional de las Américas (05 Julio 2021c). Facultad de las Ciencias de la Salud Farmacia: Perfil del egresado. Recuperado de: <https://uia.ac.cr/oferta-academica/grados/licenciatura/licenciatura-farmacia>
- Universidad Latina de Costa Rica (05 Julio 2021a). Nuestra esencia: Nuestra historia. Recuperado de <https://www.ulatina.ac.cr/nuestra-esencia>

- Universidad Latina de Costa Rica (05 Julio 2021b). Licenciatura en Farmacia: ¿Por qué estudiar Farmacia?. Recuperado de <https://www.ulatina.ac.cr/oferta-academica/ciencias-de-la-salud/farmacia>
- Universidad Latina de Costa Rica (05 Julio 2021c). Licenciatura en Farmacia. Recuperado de [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2094637/Plan\\_Lic\\_Farmacia-Web.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2094637/Plan_Lic_Farmacia-Web.pdf)
- Universidad Latina de Costa Rica (05 Julio 2021d). Programa de estudio Toxicología carrera de Farmacia. Costa Rica: Universidad Latina de Costa Rica.
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras. (03 de Julio de 2021a). Sobre la UNAH: Historia, Misión y Visión de la UNAH. Recuperado de <https://www.unah.edu.hn/sobre-la-unah/historia/>
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras. (03 de Julio de 2021b). Facultad de Química y Farmacia: Oferta Académica. Recuperado de <https://quimica.unah.edu.hn/grado/grado-2/>
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras. (03 de Julio de 2021c). Perfil de las Carrera de Química y Farmacia. Recuperado de <https://www.unah.edu.hn/assets/Admisiones/plan-de-estudios/Quimica-y-Farmacia-2019.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (02 de Julio de 2021a). Acerca de la UNAM. Recuperado de <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam/organizacion>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (02 de Julio de 2021b). Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán: Licenciatura de Farmacia. Recuperado de <https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/farmacia/index.html>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (02 de Julio de 2021c). Oferta Académica: Farmacia. Recuperado de <http://oferta.unam.mx/farmacia.html>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (02 de Julio de 2021d). Plan de estudios Farmacia. Recuperado de [https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/farmacia/plan\\_estudios.html](https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/farmacia/plan_estudios.html)
- Universidad Nacional Autónoma de México. (02 de Julio de 2021e). Licenciatura de Farmacia. Asignatura: Toxicología. Recuperado de [https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/farmacia/descargas/1741\\_toxicologia.pdf](https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/farmacia/descargas/1741_toxicologia.pdf)
- Vallejo, L. (2016). Características de los programas de capacitación andragógicos y los procesos de aprendizaje la seguridad minera peruana. *Revista del Instituto de Investigación*, vol.

19(37), pp. 111-116. Recuperado de:  
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/12962/11578>

Vela, N. & Galindo, A. (2019). Guía Docente 2018/2019 Toxicología. Universidad Católica de Murcia. Recuperado de: [https://www.ucam.edu/sites/default/files/estudios/grados/grado-farmacia/presencial/plan-de-estudios/05\\_v\\_2018-19\\_toxicologia\\_0.pdf](https://www.ucam.edu/sites/default/files/estudios/grados/grado-farmacia/presencial/plan-de-estudios/05_v_2018-19_toxicologia_0.pdf)

Vergara, M. (2016). La práctica docente. Un estudio desde los significados. *Cumbres*, 2(1), 73-99.

Vicedo, A. (2015). ¿Quién debe enseñar qué cosa en educación médica? El papel del profesor y el conocimiento pedagógico del contenido. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 29(3), 423-425.

Villanueva, E. y Pla, A. (2019). Introducción a la Toxicología. En Gisbert Calabuig. (Eds). *Medicina Legal y Toxicología*. pp. 773-778. España: Elsevier

Wallace, H., Roberts, R., Corsini, E., Bonfeld-Jorgensen, E., Orhan, H., Mach, M., ... y Tsatsakis, A. (2016). Toxicology as an academic discipline in European Universities. *Toxicology letters*, 63, 254.

Wille, S. Y Elliott, S. (2020). The Future of Analytical and Interpretative Toxicology: Where are We Going and How Do We Get There?. *Journal of Analytical Toxicology*, 0.1-14. doi:10.1093/jat/bkaa133

Zeledón, G. (2018). Perfil Epidemiológico de Intoxicaciones en Costa Rica 2017. Centro Nacional de Intoxicaciones. Recuperado de:  
[https://www.redciatox.org/sites/default/files/webfiles/2018/datos\\_toxico\\_cor\\_2017.pdf](https://www.redciatox.org/sites/default/files/webfiles/2018/datos_toxico_cor_2017.pdf)

**APÉNDICES**



## Anexo 2. Cuadros de doble entrada objetivo 2

<b>Criterios de análisis documental</b>	<b>UIA</b>	
Objetivo de aprendizaje de la carrera		
Estructura del sistema educativo de la carrera		
Estructura de la(s) asignatura(s) de Toxicología		
Objetivo de aprendizaje asignaturas de Toxicología		
Modelo recomendado de mediación andragogía en asignaturas de Toxicología		
Modelo de evaluación en asignaturas de Toxicología		
Tipo de tendencias de Toxicología fomentadas		
<b>Criterios de análisis documental</b>	<b>Similitudes de la UIA con respecto a universidades latinoamericanas</b>	<b>Diferencias de la UIA con respecto a universidades latinoamericanas</b>
Objetivo de aprendizaje de la carrera		
Estructura del sistema educativo de la carrera		
Estructura de la(s) asignatura(s) de Toxicología		
Objetivo de aprendizaje asignaturas de Toxicología		
Modelo recomendado de mediación andragogía en asignaturas de Toxicología		
Modelo de evaluación en asignaturas de Toxicología		
Tipo de tendencias de Toxicología fomentadas		
<b>Criterios de análisis documental</b>	<b>Similitudes de la UIA con respecto a universidades nacionales</b>	<b>Diferencias de la UIA con respecto a universidades nacionales</b>
Objetivo de aprendizaje de la carrera		
Estructura del sistema educativo de la carrera		
Estructura de la(s) asignatura(s) de Toxicología		
Objetivo de aprendizaje asignaturas de Toxicología		
Modelo recomendado de mediación andragogía en asignaturas de Toxicología		
Modelo de evaluación en asignaturas de Toxicología		
Tipo de tendencias de Toxicología fomentadas		

### **Anexo 3. Entrevista cuerpo docente**

1. ¿Cuál es su grado académico?
2. ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en la universidad?
3. ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en el puesto?
4. ¿Cuenta con alguna certificación o grado académico en Toxicología?

#### **Categoría 1: Retos en cuanto currículo de Toxicología**

##### **Subcategoría 1: Identificación de retos a nivel docente**

5. En términos generales tomando en cuenta su criterio, ¿cuál es la importancia de incluir Toxicología en el plan de estudios de la carrera de Farmacia?
6. ¿Cuál es su percepción en cuanto la forma en que está estructurado el programa del curso de Toxicología?
7. ¿Cuál fue el principal reto que presentó al momento de ofrecer o desarrollar el proceso de aprendizaje que requiere la persona estudiante?
8. ¿Cuáles considera que son los retos enfrentados por la comunidad estudiantil para llevar a cabo, de manera exitosa, su proceso de aprendizaje en la carrera de Farmacia?
9. Debido a que este estudio se especializa en el currículo a nivel de tendencias de la Toxicología y al partir del objetivo general del curso de Toxicología que plantea el:

*Desarrollar en el estudiante de farmacia la capacidad de actuar profesionalmente ante situaciones de toxicidad asociadas a fármacos, productos químicos o sustancias peligrosas para la salud, mediante clases practico-teóricas orientadas a conocer dosis tóxicas de medicamentos, sintomatología asociada a intoxicaciones y el manejo adecuado de cada intoxicación específicamente. Para garantizar un proceder vigilante, oportuno y actualizado en su práctica diaria, en farmacia comunitaria, farmacia hospitalaria o farmacia industrial.*

¿Qué acciones se realizó como docente para cumplir este objetivo?

10. ¿Cuál es su percepción profesional y como docente de la carrera de que el curso de Toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera?
11. Al revisar el programa del curso de Toxicología, se observan que son 13 temas de contenido, que van desde las generalidades de la Toxicología hasta intoxicación por detergentes, cloro, etanol y otros alcoholes. ¿Qué retos identificó en cuanto los tipos de contenidos que se incluyen?
12. ¿Cuál sería su posición ante la idea de actualización del programa del curso de Toxicología?
13. Según el programa del curso, se identifica que la metodología de trabajo se basa en las clases magistrales ¿cuáles considera son los desafíos que implica el usar esta metodología, en especial por la necesidad de trabajar en la modalidad de educación virtual como consecuencia de la pandemia del Covid-19?
14. Además, en el programa del curso se indica que la evaluación es basada en exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación ¿qué retos ha identificado con el uso de estas estrategias de evaluación para la construcción de aprendizajes del estudiantado de la carrera?

## **Categoría 2: Necesidades en cuanto currículo de Toxicología**

### **Subcategoría 2: Identificación de necesidades a nivel docente**

15. ¿Ha logrado identificar alguna necesidad de formación académica en la persona estudiante de la carrera de Farmacia para satisfacer las demandas de la sociedad?
16. ¿Qué otras tendencias de la Toxicología consideran deberían de incluirse en el programa del curso de Toxicología?
17. En su calidad de docente de Toxicología, ¿cuáles son los mayores aciertos del curso y cuáles son las áreas por mejorar?

18. ¿Qué acciones considera necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses en formación en Toxicología que tenga la comunidad estudiantil?
19. ¿Qué necesidades percibe deban ser satisfechas en la forma en que se da la metodología de clases en el curso de Toxicología?
20. ¿Qué acciones recomendaría para llevarse a cabo el proceso de evaluación en los cursos de Toxicología?
21. ¿Ha logrado identificar buenas prácticas en el aprendizaje de Toxicología en otras universidades internacionales y nacionales? ¿Cuáles sería y qué acciones son las que le llaman la atención?
22. ¿Qué recomendaciones brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología?

#### **Anexo 4. Entrevista estudiante que completó la asignatura de Toxicología**

1. Edad
2. ¿En qué nivel de la carrera se encuentra?
3. ¿Ha llevado alguna capacitación en Toxicología por fuera de la UIA? ¿Dónde?

#### **Categoría 1: Retos en cuanto currículo de Toxicología**

##### **Subcategoría 1: Identificación de retos a nivel de estudiante**

4. En términos generales, ¿cuál es el aporte que le generó toxicología en su conocimiento como farmacéutico? ¿En caso de ser alto o bajo, puede detallar su respuesta?
5. ¿Cuál es su percepción en cuanto la forma en que está estructurado el plan de estudios de Toxicología?

6. ¿Cuáles considera que son los retos que enfrenta la comunidad estudiantil para llevar a cabo de manera exitosa su proceso de aprendizaje en la carrera de Farmacia?
7. Debido a que este estudio se especializa en el currículo a nivel de tendencias de la Toxicología y al partir del objetivo general del cursos de Toxicología que plantea el:

*Desarrollar en el estudiante de farmacia la capacidad de actuar profesionalmente ante situaciones de toxicidad asociadas a fármacos, productos químicos o sustancias peligrosas para la salud, mediante clases practico-teóricas orientadas a conocer dosis tóxicas de medicamentos, sintomatología asociada a intoxicaciones y el manejo adecuado de cada intoxicación específicamente. Para garantizar un proceder vigilante, oportuno y actualizado en su práctica diaria, en farmacia comunitaria, farmacia hospitalaria o farmacia industrial.*

¿Qué valoración del cumplimiento del objetivo considera le fue facilitado en su experiencia de curso?

8. ¿Cuál es su percepción cómo estudiante de que el curso de Toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera?
9. Al revisar el programa del curso de Toxicología, se observan 13 temas de contenido, que van desde las generalidades de la Toxicología hasta intoxicación por detergentes, cloro, etanol y otros alcoholes, ¿qué retos identificó en cuanto los tipos de contenidos que se incluyen?
10. ¿Cuál sería su posición ante la idea de actualización del programa del curso de Toxicología?
11. Según el programa del curso, se identifica que la metodología de trabajo se basa en las clases magistrales ¿Cuáles considera son los retos que implica el usar esta metodología, en especial por la necesidad de trabajar en la modalidad de educación virtual como consecuencia de la pandemia del Covid-19?
12. ¿Cómo describiría la experiencia de poner en práctica los contenidos ofrecidos por la persona docente?

13. ¿Cuál sería el nivel de satisfacción que percibió en cuanto el fomento de su participación por parte de la persona docente?
14. En el programa del curso se indica que la evaluación es basada en exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación, ¿qué retos ha identificado con el uso de estas estrategias de evaluación para la construcción de aprendizajes del estudiantado de la carrera?
15. ¿Cuál sería su nivel de valoración en la forma en que la persona docente le evaluó?
16. ¿Qué estrategia de evaluación consideró que le permitió desarrollar conocimientos en cuanto la Toxicología?
17. ¿Qué percepción tiene sobre la Toxicología como área laboral, a partir de la forma en que fue desarrollado en el curso de Toxicología?
18. ¿Cuáles considera son las principales fortalezas del curso? ¿Cuáles serían sus debilidades?

## **Categoría 2: Necesidades en cuanto currículo de Toxicología**

### **Subcategoría 2: Identificación de necesidades a nivel de estudiante**

19. ¿Ha logrado identificar alguna necesidad de formación académica de la carrera de Farmacia para satisfacer las demandas de la sociedad?
20. ¿Qué otras tendencias de la Toxicología consideran deberían de incluirse en el programa del curso de Toxicología?
21. ¿Qué acciones considera necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses en formación en Toxicología que tenga la comunidad estudiantil?
22. ¿Qué necesidades percibe deban ser satisfechas en la forma en que se da la metodología de clases en el curso de Toxicología?

23. ¿Qué acciones recomendaría para llevarse a cabo el proceso de evaluación en los cursos de Toxicología?
24. ¿Ha logrado identificar buenas prácticas en el aprendizaje de Toxicología en otras universidades internacionales y nacionales? ¿Cuáles serían y qué acciones son las que le llaman la atención?
25. ¿Qué recomendaciones brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología?

#### **Anexo 5. Entrevista a estudiante que cursa la asignatura Toxicología**

1. Edad
2. ¿En qué nivel de la carrera se encuentra?
3. ¿Ha llevado alguna capacitación en Toxicología por fuera de la UIA? ¿Dónde?

#### **Categoría 1: Retos en cuanto currículo de Toxicología**

##### **Subcategoría 1: Identificación de retos a nivel de estudiante**

4. ¿Cuál es su percepción en cuanto la forma en que está estructurado el plan de estudios de Toxicología?
5. ¿Cuáles considera que son los retos que enfrenta la comunidad estudiantil para llevar a cabo de manera exitosa su proceso de aprendizaje en la carrera de Farmacia?
6. Debido a que este estudio se especializa en el currículo a nivel de tendencias de la Toxicología y al partir del objetivo general del cursos de Toxicología que plantea el:

*Desarrollar en el estudiante de farmacia la capacidad de actuar profesionalmente ante situaciones de toxicidad asociadas a fármacos, productos químicos o sustancias peligrosas para la salud, mediante clases practico-teóricas orientadas a conocer dosis tóxicas de medicamentos, sintomatología asociada a intoxicaciones y el manejo adecuado de cada intoxicación específicamente. Para garantizar un proceder*

*vigilante, oportuno y actualizado en su práctica diaria, en farmacia comunitaria, farmacia hospitalaria o farmacia industrial.*

¿Qué valoración del cumplimiento del objetivo considera le está siendo facilitado en su experiencia de curso?

7. ¿Cuál es su percepción cómo estudiante de que el curso de Toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera?
8. ¿Qué opina del curso de Toxicología, es relevante para su práctica como futuro farmacéutico?
9. ¿Encuentra una relación entre lo visto en el laboratorio y lo visto en la teoría? ¿Se complementan de alguna manera los contenidos?
10. Al revisar el programa del curso de Toxicología, se observan 13 temas de contenido que van desde las generalidades de la Toxicología hasta intoxicación por detergentes, cloro, etanol y otros alcoholes, ¿qué retos identifica en cuanto los tipos de contenidos que se incluyen?
11. ¿Cuál sería su posición ante la idea de actualización del programa del curso de Toxicología?
12. Según el programa del curso, se identifica que la metodología de trabajo se basa en las clases magistrales ¿Cuáles considera son los retos que implica el usar esta metodología, en especial por la necesidad de trabajar en la modalidad de educación virtual como consecuencia de la pandemia del Covid-19?
13. ¿Cómo describiría la experiencia de poner en práctica los contenidos ofrecidos por la persona docente?
14. ¿Cuál sería el nivel de satisfacción que percibe en cuanto el fomento de su participación por parte de la persona docente?

15. En el programa del curso se indica que la evaluación es basada en exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación, ¿qué retos ha identificado con el uso de estas estrategias de evaluación para la construcción de aprendizajes del estudiantado de la carrera?
16. ¿Cuál es su nivel de valoración en la forma en que la persona docente le evaluó?
17. ¿Qué estrategia de evaluación considera que le permitió desarrollar conocimientos en cuanto la Toxicología?
18. ¿Qué percepción tiene sobre la Toxicología como área laboral, a partir de la forma en que se desarrolla el curso de Toxicología?
19. ¿Cuáles considera son las principales fortalezas de los cursos? ¿Cuáles serían sus debilidades?

## **Categoría 2: Necesidades en cuanto currículo de Toxicología**

### **Subcategoría 2: Identificación de necesidades a nivel de estudiante**

20. ¿Ha logrado identificar alguna necesidad de formación académica de la carrera de Farmacia para satisfacer las demandas de la sociedad?
21. ¿Qué otras tendencias de la Toxicología consideran deberían de incluirse en el programa del curso de Toxicología?
22. ¿Qué acciones considera necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses en formación en Toxicología que tenga la comunidad estudiantil?
23. ¿Qué necesidades percibe deban ser satisfechas en la forma en que se da la metodología de clases en el curso de Toxicología?
24. ¿Qué acciones recomienda para llevarse a cabo el proceso de evaluación en los cursos de Toxicología?

25. ¿Ha logrado identificar buenas prácticas en el aprendizaje de Toxicología en otras universidades internacionales y nacionales? ¿Cuáles sería y qué acciones son las que le llaman la atención?

¿Qué recomendaciones brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología?

## **Entrevista docente 1**

- ¿Cuál es su grado académico?

Licenciatura en Farmacia

- ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en la universidad?

Sigo trabajando, laboro desde enero del 2020, aproximadamente año y medio.

- ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en el puesto?

En la parte de toxicología 4 cuatrimestres

- ¿Cuenta con alguna certificación o grado académico en Toxicología?

Sí, no es un grado académico, fue un curso que realicé, fue impartido en Costa Rica por la Universidad de la Habana, Cuba. Se llama: Curso de ensayos toxicológicos aplicados a Ciencias Farmacéuticas, Universidad de la Habana, octubre del 2016.

## **Categoría 1: Retos en cuanto currículo de Toxicología**

### **Subcategoría 1: Identificación de retos a nivel administrativo**

- En términos generales tomando en cuenta su criterio, ¿Cuál es la importancia de incluir Toxicología en el plan de estudios de la carrera de Farmacia?

En Costa Rica, le llamamos Farmacia a una carrera en la que realmente se enseña Farmacia y Ciencias Farmacéuticas, entonces, la parte de Farmacia va más por el lado clínico y la parte de Ciencias Farmacéuticas va un poco más hacia aspectos más tecnológicos.

En lo que es Farmacia, yo creo que la toxicología está dentro de esta parte porque tiene que ver mucho con lo que hacen las sustancias en el organismo, va tanto en ambas vías, conocer propiamente el efecto terapéutico que va a realizar una sustancia o fármaco en nuestro cuerpo, pensándolo como efecto terapéutico positivo, pero también deberíamos pensar que podría haber un efecto adverso que podría darse producto de la naturaleza que tenga la sustancia y a la vez, la cantidad en la que se esté administrando. El aspecto toxicológico no solamente aborda el que una

sustancia sea tóxica por su naturaleza, sino tóxica a cierta concentración y evidentemente en el caso de nosotros que a pesar de que no prescribimos, nos amparamos en el concepto de término de recomendación para poder colaborar un poco con la atención primaria en las personas. Si nosotros tenemos que conocer de medicamentos, es muy importante que conozcamos bajo qué criterios estos podrían ser considerados tóxicos.

Inclusive, el principio activo de un medicamento podría no ser considerado como tóxico pero una persona que tenga una función hepática disminuida no va a tener las mismas enzimas hepáticas para metabolizar una determinada sustancia química y para esa persona va a ser tóxica, algo que a dosis y a naturaleza no lo es. Va muy ligado a la parte farmacológica, por eso es que hay que tener buena unión y saber en qué momento de la malla hay que parar, por lo menos yo diría que después de haber llevado Farmacología 1 para poder dar toxicología, pero sí es un muy buen complemento al saber que no solo qué sustancias y a qué dosis se pueden administrar, sino un montón de combinaciones posibles que podrían dar origen a reacciones adversas en el organismo, inclusive la muerte.

- ¿Cuál es su percepción en cuanto a la forma en que está estructurado el plan de estudios de la carrera de Farmacia?

Me parece que no guarda una secuencia lógica, me parece que en cuanto a los contenidos en que está estructurado no tenía una lógica tan adecuada porque no se adentraba con fundamentos básicos de toxicología o simplemente se veía un tema totalmente aparte como : intoxicación por acetaminofen. No debería ser dividido un tema tan grande, más bien debería ser un poco más como: intoxicaciones por antibióticos. También siento que en su momento tampoco se tocaba la parte de toxindromes que es todo el conjunto de signos que permite identificar cuál pudo haber sido el agente que causara eso. Sí me parece adecuado que se hablaba sobre intoxicaciones con cosas que a veces no se tocan mucho por ser una carrera de farmacia , como intoxicaciones por productos naturales, animales, inclusive toxinas derivadas de aspectos de alimentación, pero sí le faltaba una mejor estructura y coordinación como curso de farmacología.

- ¿Cuál fue el principal reto que presentó para el desarrollo del proceso de aprendizaje que requiere la persona estudiante?

Mi formación ha sido más por la parte industrial, más que por la parte de formulación de medicamentos. Mi mayor reto fue despegarme de la parte industrial e irme hacia la parte clínica que es algo de lo que no estaba tan empapado y desde el punto de vista de un docente, el mayor reto es que a partir del material que le indican, plantearlo de una forma que no sea leer un capítulo de un libro y enseñarlo, lo más retador es alcanzar esa motivación en el estudiante, enseñar cómo el farmacéutico interviene desde un punto de vista toxicológico. Lo interesante es ver como usted logra acoplar esa teoría, ojalá a casos de la vida real en los que usted explique cómo interviene el farmacéutico en un equipo de trabajo en donde tenga que ver un aspecto toxicológico.

- ¿Cuáles considera que son los retos que enfrenta la comunidad estudiantil para llevar a cabo de manera exitosa su proceso de aprendizaje en la carrera de Farmacia?

Una limitante muy grande de las universidades privadas es que hay un aspecto mercantilista, ahora cuál es esa figura que promueve que parezca que un estudiante de la universidad privada entra y sale con el título? Es el docente que existe. Entonces yo podría decir que la mayor deficiencia que puede tener una carrera es no contar con muchos profesores de planta, me refiero a los que están siempre en la universidad. Hay muchos profesores como yo, que llegamos, damos el curso pero no se nos ve, solamente en las clases, difícilmente nos va a encontrar en los pasillos, entonces, qué promueve esto? Promueve una figura en la que el profesor da la clase y las consultas se hacen en la clase o no se hacen, pensando en el asunto presencial, ahora con la virtualidad pues los estudiantes aprovechan en preguntar un poco más pero yo diría que un gran reto es tener el personal de planta y que esté más presente en el proceso formativo.

Por otro lado, está la parte del recurso material, se podría decir es no contar con espacios o equipos que podrían propiciar un mayor aprendizaje, no tanto a nivel práctico, sino a nivel visual también es algo que retroalimenta el conocimiento que usted va generando con la teoría. Por otro lado, tampoco se ve la posibilidad de trabajar con ratas, aunque sea una práctica, aprender cómo se manipula, hacer ensayos, ver la parte estadística, hay mucha deficiencia en estadística, no solamente hablando en industrial, clínico, sino en universidades. Desde lo que es la dirección de carrera, la guía está genial, me siento orgulloso de lo que ha hecho durante este año y medio porque entré con una idea y me voy con otra, me voy con que el ambiente en la UIA es bastante

bonito, que los estudiantes son muy respetuosos, son más comprometidos con la educación pero lamentablemente no se les está retribuyendo con el recurso humano ni recurso material con el que deberían contar para formarse de una manera adecuada.

- Debido a que este estudio se especializa en el currículo a nivel de tendencias de la Toxicología y al partir del objetivo general del cursos de Toxicología que plantea el:

*Desarrollar en el estudiante de farmacia la capacidad de actuar profesionalmente ante situaciones de toxicidad asociadas a fármacos, productos químicos o sustancias peligrosas para la salud, mediante clases practico-teóricas orientadas a conocer dosis toxicas de medicamentos, sintomatología asociada a intoxicaciones y el manejo adecuado de cada intoxicación específicamente. Para garantizar un proceder vigilante, oportuno y actualizado en su práctica diaria, en farmacia comunitaria, farmacia hospitalaria o farmacia industrial.*

¿Qué acciones se realizó como docente para cumplir este objetivo?

Parte industrial: Me gustaba mucho enfocarme en la parte de los cosméticos, en los laboratorios, el laboratorio iba muy enfocado a responder a las 3 necesidades, desde la parte industrial abordaba de nanopartículas, de cosméticos, la parte clínica como intoxicaciones con productos naturales , más específicos con cannabinoides, el uso concomitante con alcohol.

La parte industrial tiene que ver con toda la parte de control de calidad, una de las practicas que yo había diseñado con base en un estudio que habíamos realizado en Costa Rica, se encontraron unos lotes falsificados de unos anticonceptivos, entonces cree una práctica sobre toxicología forense, que es la parte analítica. Entonces siento que se fortaleció que se puede estudiar toxicología sin necesidad de abrir un cuerpo, se puede analizar desde productos que se decomisan por el ministerio de Salud.

Desde la farmacia comunitaria se ha enfatizado en lo que son los análisis de casos, viendo más que todo en lo que debe abordar un farmacéutico de comunidad, hasta donde puedo llegar y a donde debería derivar.

- ¿Cuál es su percepción profesional y como docente de la carrera de que el curso de Toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera?

Si usted me pregunta, para mí, toxicología debería estar en el último cuatrimestre, porque es el momento en donde el estudiante domina las farmacologías, los mecanismos, fisiología, conceptos de farmacia industrial, conocen de farmacognosia. No siento que se pueda dar de manera paralela a farmacología 1, se puede dar con la segunda o la tercera pero preferiblemente al final.

- Al revisar el programa del curso de Toxicología, se observan 13 temas de contenido, que van desde las generalidades de la Toxicología hasta intoxicación por detergentes, cloro, etanol y otros alcoholes. ¿Qué retos identificó en cuanto los tipos de contenidos que se incluyen?

Me falta la parte de que el estudiante conozca sobre los ensayos que se realizan porque cómo llegamos a saber que algo es tóxico? todo se encuentra en un estudio preclínico en donde se hace la experimentación en animales, veo que hay gran deficiencia en cuanto a mostrarle a los estudiantes ensayos clínicos en animales, o modelos in vitro, modelos alternativos y la parte analítica, la toxicología forense. No veo provechoso que esté tan dividido en cosas tan puntuales, la idea sería que lleven pinceladas de bastantes temas y tengan buenas bases al respecto. Existe todo un mundo analítico que puede propiciar que alguien se desarrolle en esa área. Actualmente no existe nadie que se especialice en esa área.

- ¿Cuál sería su posición ante la idea de actualización del programa del curso de Toxicología?

Totalmente a favor, esto implica que haya una conciencia sobre las necesidades que hay en día sobre qué es lo que necesita un estudiante de farmacia saber sobre toxicología. Hay que saber optimizar mejor los temas, las clases y dar contenidos que realmente sean necesarios hoy en día.

- Según el programa del curso, se identifica que la metodología de trabajo se basa en las clases magistrales ¿Cuáles considera son los retos que implica el usar esta metodología, en especial por la necesidad de trabajar en la modalidad de educación virtual como consecuencia de la pandemia del Covid-19?

Creo que los cursos se prestan más para que no solamente le de teoría al estudiante sino para que ellos fomenten más el análisis crítico de la información. No es solamente agarrar un artículo, hacer grupos de 5 y que expongan al final de la clase, sino que este implica en que se haga un desglose, se comente. Implica que no sea el docente el que lleve el norte de la clase, sino que el estudiante el que guíe su aprendizaje.

- Además, en el programa del curso se indica que la evaluación es basada en exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación ¿Qué retos ha identificado con el uso de estas estrategias de evaluación para la construcción de aprendizajes del estudiantado de la carrera?

Poner tanta actividad no fomenta el aprendizaje, fomenta en que el estudiante cumpla con lo que le pidan, si le pongo todas las semanas una infografía, la otra semana un mapa mental, difícilmente el estudiante se va a tomar el tiempo, va a buscar hacerlo de una manera rápida, busca palabras clave, y hace la infografía. Siento que tanta actividad más bien es contraproducente, no creo que sea más importante la cantidad sino el fondo y el objetivo que tengan. Para mí siempre la calidad va a estar por encima de la cantidad, y en el caso de las clases considera más provechoso que usted fomente en el estudiante esa capacidad de síntesis de la información que usted le está dando, y que lo plasme en un periodo final de 30 minutos en un análisis de un caso a que lo envíe para la casa todas las semanas con un artículo que lo va a hacer la noche anterior.

Es más importante lo que usted pueda hacer de una manera sincrónica y sacar provecho de fomentar otras habilidades con el tipo de clase. Fomentar el análisis crítico, la capacidad de síntesis, es el mayor reto. No estoy de acuerdo con las infografías ni mapas mentales. Para mí, si fuera una manera serían casos aplicados, se brinda la información, se interpreta y se resuelve el problema, o por lo menos deme sus observaciones y se realiza una retroalimentación y se ve cuál sería el mejor abordaje posible.

### **Categoría 1: Necesidades en cuanto currículo de Toxicología**

#### **Subcategoría 1: Identificación de necesidades a nivel administrativo**

- ¿Ha logrado identificar alguna necesidad de formación académica en la persona estudiante de la carrera de Farmacia para satisfacer las demandas de la sociedad?

Hace falta bases de farmacológica, aspectos bioquímicos y fisiológicos y no porque sea una deficiencia de la carrera sino de donde está ubicado la malla curricular. Propiamente la carrera como tal, me da la impresión de que hace falta aprender a administrar el tiempo y el análisis lógico matemático para desarrollar problemas. Y el inglés deficiente.

- ¿Qué otras tendencias de la Toxicología consideran deberían de incluirse en el programa del curso de Toxicología?

La Ecotoxicología se podría dar con la parte animal y plantas naturales. La parte de toxicología analítica y Toxicología Forense se puede dar en 2 clases, Toxicocinética y Toxicología ocupacional, con respecto a accidentes o con emergencias toxicológicas.

- ¿Qué acciones considera necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses en formación en Toxicología que tenga la comunidad estudiantil?

Para poder satisfacer las demandas que tiene la población estudiantil, usted primero tiene que formarse, en la vida ideal no deberían haber profesores que lo que hacen es sacar un libro y dan clase, porque eso incluso lo podría hacer un estudiante recién graduado que tiene los conceptos más frescos. Lo que debe hacer la carrera es buscar personas que estén formadas en ello, personas que tengan experiencia profesional o académica. La universidad tiene que tener claro que más allá de tener un gasto por una persona que esté formada, es alguien que le va a permitir no solo formar a los estudiantes y que estén contentos, además necesita profesionales ciento por ciento de masters y doctorados, eso es algo que hay que tener presente, es un requisito para luego la reacreditación. Hay que visualizar la formación del personal como una ganancia y no como una pérdida. Hay que cambiar el pensamiento mercantilista hacia uno más de academia.

- En su calidad de docente de Toxicología ¿cuáles son los mayores aciertos del curso y cuáles son las áreas por mejorar?

Dentro de los mayores aciertos del curso, está en darse de una manera diversificada, que no se centre solamente en fármacos, sino en otro tipo de sustancias. No limitarse a que la carrera son sólo medicamentos, sino que se puede ir más allá.

Áreas por mejorar : laboratorio, la secuencia, sí hay ciertos ensayos que permitían estudiar aspectos toxicológicos, se podría comenzar a trabajar con ciertas especies, como con artemia salina, o con lombrices, que son de cierta manera especies fáciles de conseguir y que se podría estudiar los niveles de toxicidad.

- ¿Qué necesidades percibe deben ser satisfechas en la forma en que se da la metodología de clases en el curso de Toxicología?

Enseñar como me hubiera gustado que me enseñaran. La necesidades deberían atender a lo que demanda el mercado, enfocarnos en ese esfuerzo de formar a los futuros profesionales hacia cumplir con la expectativa del mercado y también implica el aspecto de empatía con el estudiante al entender que mandándole un montón de materia, no se garantiza el aprendizaje, tenemos que encontrar la vía adecuada para llenarlos de esa información sin que ello implique en que usted descuide otras actividades que no son académicas sino personales por estar estudiando. En el momento en que usted pierda el amor o el gusto de ser estudiante, su aprendizaje no va a ser tan grande, hay que tener un balance.

- ¿Qué acciones recomendaría para llevarse a cabo el proceso de evaluación en los cursos de Toxicología?

Pondría un proyecto grande de investigación, que implique que el estudiante aprenda a investigar y que culmine con una presentación y un artículo científico, ya sea de revisión o investigación, le pondría un 50% a eso.

El otro 50% los contenidos, el reforzamiento de que usted de la clase, que el estudiante estudie al día y luego se evalúe hace que el aprendizaje se consolide más versus que uno le dé un tema en semana 1 y luego se evalúe en semana 6. Evaluación periódica sin que sea una evaluación exhaustiva y eso implica que es más provechoso que se estudie esa materia y que consolide esa información .

- ¿Ha logrado identificar buenas prácticas en el aprendizaje de Toxicología en otras universidades internacionales y nacionales? ¿Cuáles serían y qué acciones son las que le llaman la atención?

Cuando llevé el curso de toxicología tuvimos que hacer un proyecto, evaluamos a ratones, y con tal de disminuir la cantidad de animales que utilizabamos, agarramos una población que fuese importante estadísticamente y el grupo de la primer semana, ellos se encargaban de evaluar tal y tal cosa, acaban con eso, brindan su informe, el grupo de la segunda semana, trabaja con los mismos animales y evaluaba otros parámetros y luego en la última semana del curso se hacen las ultimas pruebas y matan el animal, entonces lo provechoso fue que al final fuimos distintas personas, hicimos pocas pruebas entre nosotros, nos compartimos toda la información y hicimos un buen trabajo en conjunto, todo un grupo de 35 personas. Es algo que se podría implementar también , a veces no tiene que ser un trabajo tan grande, sino dividirlo entre distintas personas, delegar funciones que permitan a la persona aprender pero a la vez brindar conocimiento sobre lo que está haciendo.

- ¿Qué recomendaciones brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología?

La primera recomendación es que suba de nivel , del noveno al undécimo o al duodécimo, una vez eso, no solamente estar consultando los referentes tanto nacionales como internacionales, sino también la industria o propiamente los aspectos de investigación o entidades clínicas. Dedicarse a estudiar las necesidades que existen afuera, para que un estudiante que quiera trabajar en toxicología adquiera ese conocimiento.

## **Entrevista docente 2**

Entrevistador: Comentarle que las preguntas son totalmente abiertas, no hay respuesta mala o buena, dado que cualquier información es provechosa para la investigación, entonces vamos a empezar y comentarle también el nombre de la tesis: Análisis de las tendencias de toxicología a nivel internacional para el fortalecimiento de la visión disciplinar de la carrera Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas. Para iniciar tenemos la primera pregunta, ¿cuál es su grado académico ?

Profesor 2: Licenciatura en farmacia y maestría en administración de empresas.

Entrevistador: ¿Cuánto tiempo tiene de laborar para la universidad?

Profesor 2: Para la universidad desde enero, o sea 6 meses.

Entrevistador: Para el puesto como tal, dando la clase de toxicología?

Profesor 2: Este cuatrimestre empezamos con simulación en toxicología, sería el segundo cuatrimestre 2021.

Entrevistador: ¿Cuenta con alguna certificación o grado académico en toxicología?

Profesor 2: No

Entrevistador: Bueno, quería comentarle que tenemos 2 categorías en la entrevista, porque el objetivo en el cual se basa esta entrevista es sobre necesidades y retos entonces vamos a empezar con la categoría de retos en cuanto al curriculum de toxicología.

La primera pregunta sería : en términos generales, tomando en cuenta todo su criterio, cual es la importancia de incluir toxicología en el plan de estudios de la carrera de farmacia?

Profesor 2: Muy relevante, ahora que hemos estado con la parte de la acreditación, se nota al revisar los referentes internacionales y nacionales, es una carrera que está en todos los planes de estudio de las universidades que he tenido la oportunidad de ver, y es un área amplia en la que uno se podría especializar inclusive, pero que va más allá de la farmacia o los medicamentos, está el tema de pesticidas, plantas, etc. Pero uno como farmacéutico podría tener un buen desempeño ya sea en investigación o centro nacional de intoxicaciones o también la fisiopatología y el tratamiento, el manejo de una intoxicación por un medicamento. Son varias áreas en las que podría desempeñarse, por lo que es importante conocer cosas generales de la toxicología o también más específicas. Puntualizando en: mordeduras de serpiente, alergias a plantas, intoxicaciones por drogas de abuso inclusive, A nivel hospitalario, clínico va a tener una relevancia super importante, por decirlo así en emergencias. Y también desde el punto de vista de farmacia comunitaria puede pasar y todavía va a depender de donde este la farmacia en la que uno esta, puede ser en una zona rural es más probable que uno se tope con una consulta de algún

tipo de intoxicación más crítica o peligrosa que en la ciudad , y hay que estar bien preparado para eso.

Entrevistador: Definitivamente sí, hay otra pregunta: en cuanto a percepción suya, en cuanto a cómo está estructurado el curso de toxicología, en cuanto a los temas que vienen, ¿cómo lo percibe usted?

Profesor 2: Bueno, ese curso es uno de los que recientemente ha experimentado una modificación de cara a la acreditación y modificación del plan de estudios, se podría decir que está fresco, es un curso distinto a lo que había hace un año, dos o tres, entonces lo hemos tratado orientar hacia toxicología clínica pensando a nivel hospitalario o farmacia comunitaria porque antes no tenía cosas relacionadas a la parte clínica como toxicología ambiental o cosas así que tal vez se salían un poco. Lastimosamente solo hay un cuatrimestre para ver la materia y algunas cosas más relevantes se quedaban por fuera. Ese es el dilema de todos los cursos de grado, tratar de dar la mayor cantidad de materia en la menor cantidad del tiempo. Nos parece que se ha adaptado con los más relevantes: medicamentos, sustancias de uso común, como plaguicidas, plantas animales, drogas de abuso, acetaminofén, anticoagulantes, warfarina.

Entrevistador : La siguiente pregunta va más por el lado de enseñanza y dice así: Cuál fue el principal reto que presentó al momento de ofrecer o desarrollar el proceso de aprendizaje que requiere la persona estudiante?, veamos esta parte del proceso de aprendizaje como en el momento en que se está impartiendo su enseñanza y cómo se ha venido desarrollando , eso que necesita el estudiante.

Profesor 2: Una que está presente en casi todas las materias es la parte de la virtualidad, eso ha sido complicado para mucha gente, más en la parte práctica, en mi caso en las primeras semanas tuvimos que hacer la simulación de manera virtual entonces se pierde muchísima fidelidad, las siguientes prácticas se han hecho presencial y simulaciones que tienen más adelante se van a hacer presencial entonces eso se soluciona. Las herramientas con las que se dispone, se puede requerir un laboratorio de investigación, si hubiera un centro de investigación de algún tipo, sería más fácil hacer ciertas practicas, que en algunos casos como lo que se tiene aquí es un laboratorio

más genérico, que funciona para química, un montón de industrial , no está especializado. Es un reto usar un sitio genérico estandar para algo específico como toxicología.

Entrevistador: Definitivamente, eso también lo había imaginado cuando desarrollé la pregunta, otra pregunta: Cuáles considera que son los retos que enfrenta la comunidad estudiantil para llevar a cabo de manera exitosa su proceso de aprendizaje en la carrera de farmacia?

Profesor 2: La parte de la virtualidad y los laboratorios, las herramientas que se exponen, también el tiempo, un cuatrimestre se queda corto para muchas materias y toxicología es una de ellas.

Entrevistador: Vamos a introducirnos un poquito en el objetivo general que tiene el programa que tiene el curso de toxicología, la pregunta es así: Debido a que este estudio se especializa en el currículum a nivel de tendencias de toxicología y a partir del objetivo general del curso de toxicología que plantea lo voy a definir: desarrollar en el estudiante de farmacia la capacidad de actuar profesionalmente ante situaciones de toxicidad asociadas a fármacos, productos químicos o sustancias peligrosas para la salud mediante clases práctico teóricas orientadas a conocer dosis tóxicas de medicamentos, sintomatología asociada a intoxicaciones y el manejo adecuado a cada intoxicación específicamente para garantizar un proceder vigilante, oportuno y actualizado en su práctica diaria en farmacia comunitaria, hospitalaria o industrial. Entonces, con base en ese objetivo y en las tendencias, qué acciones realizó como docente para cumplir este objetivo?

Profesor 2: Las prácticas como tal y específicamente en este cuatrimestre que se están implementando simulaciones para exponer estudiantes a una situación lo más real posible pero siempre estando controlada y dentro del control de nosotros dentro de la universidad y desarrollan muchas habilidades para específicamente ese objetivo. para saber que hacer en cierta situación, a veces son situaciones de emergencia, entonces la respuesta que uno vaya a tener y la capacidad de uno comunicarse, de sacar toda la información que se tiene, de poder tomar decisiones bajo presión es muy relevante a la hora de salir a la calle y toparse con una situación de este tipo. Es una previa a la vida real a cuando el profesional le toca abordar una situación de este tipo, me parece que las simulaciones son como la cereza del pastel del desarrollo de la culminación de ese aprendizaje.

Entrevistador: La otra pregunta en cuanto a percepción como docente de la carrera que opina de que este curso de toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera?

Profesor 2: A como está ahorita me parece que está bien , por ejemplo qué farmacología y fisiopatología. Con el potencial nuevo plan de estudios que a manera general se corre todo para abajo, pues toxicología también , pero sí me parece que está en un buen sitio. ya en donde se empieza a relacionar la enfermedad o cierta sintomatología con cierta sustancia y el efecto que tiene en el cuerpo. De hecho da pie a simulaciones entre cursos, que los de fisiopatología y los de toxicología se podría hacer algo en conjunto.

Entrevistador: Al revisar el programa del curso de toxicología hay 13 contenidos, desde las generalidades de toxicología hasta intoxicaciones con cloro, detergentes, etanol y otros alcoholes. De todos esos temas , qué reto identificó en cuanto a los tipos de contenido que incluye?

Profesor 2: Me parece que lo correcto es partir desde las generalidades y fisiopatología, de los efectos de ciertos órganos en ciertos sitios específicos y ya luego ir evolucionando a algo más evolucionado. Hay muchos que se relacionan entre sí, por ejemplo con las drogas recreativas y algunos medicamentos, por ejemplo opioides, anfetaminas, toxicomanías y todo el tema de fármaco dependencia. Si hay 13 temas pero hay que relacionarlos entre sí.

Entrevistador: Ahora, otra pregunta, cual seria su posición ante la idea de actualización del programa del curso de toxicología?

Profesor 2: Estamos justo en esa etapa porque sí es relevante actualizarse en cuanto a tendencia, nos hace falta mucha investigación con respecto a los referentes, y también a las necesidades a nivel nacional.

Entrevistador: De hecho la toxicología por eso se le da más énfasis a la parte clínica cierto?

Profesor 2: sí

Entrevistador: Porque ese es el fuerte en Costa Rica

Profesor 2: Exacto, la parte de investigación a veces nos quedamos un poco botado y en otros lugares profundicen más, sin embargo hay que tomar una decisión, es un círculo vicioso, no hay investigación en toxicología pero tampoco formamos personas en esa área, no hay interés, no hay quien investigue.

Entrevistador: Según el programa del curso, se identifica que la metodología de trabajo se basa en las clases magistrales ¿Cuáles considera son los retos que implica el usar esta metodología, en especial por la necesidad de trabajar en la modalidad de educación virtual como consecuencia de la pandemia del Covid-19?

Profesor 2: las clases magistrales siento que son las menos afectadas por la parte virtual, no es lo ideal pero jamás va a suplantar la posibilidad de estar cara a cara y formar una discusión. Por más que sea una clase magistral y se tenga que dar un montón de información , siempre debe de estar disponible el espacio para comentarios, discusiones enriquecedoras, etc.

Entrevistador: Doctor, la otra pregunta sería: además, en el programa del curso se indica que la evaluación es basada en exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación ¿Qué retos ha identificado con el uso de estas estrategias de evaluación para la construcción de aprendizajes del estudiantado de la carrera?

Profesor 2: La creación, en cuanto a simulaciones y prácticas, la creación de esos escenarios y laboratorios que sean realizables y que se tengan las herramientas para hacerlo y que a la vez se pueda englobar todas las habilidades y conocimientos posibles me parece que es un reto, siento que hemos hecho un buen trabajo pero no deja de ser algo en lo que hay que sentarse y ponerse a pensar, investigar como docente, ver que cosas se hacen en otros lugares, cómo se relaciona con cosas que se han visto en otros cursos, poder plasmarlo en una práctica de una, dos , tres horas. Es un reto definitivamente.

Entrevistador: De hecho hay unas lecturas que yo realicé y las voy a plasmar en marco teórico, sobre ciertas actividades que están haciendo en otros lugares para poder atrapar más al estudiante

en cuanto a la parte toxicológica pero son más que todo en tendencias forense, clínicas, que eso les puede ir ayudando para poder tomarlo en cuenta y aplicarlo y de hecho lo puedan dirigir a quizás querer especializarse en eso.

Vamos en cuanto a necesidades. ¿Ha logrado identificar alguna necesidad de formación académica en la persona estudiante de la carrera de Farmacia para satisfacer las demandas de la sociedad?

Profesor 2: A manera general, la parte de habilidades blandas, que va más allá de la metodología que se utilice, es algo que se tiene que trabajar. Muchas veces no están preparados para el mundo real y para manejar personal o tomar una decisión con fundamento, es algo que podría ayudar. En toxicología se va a reflejar en el desempeño como en casos clínicos, el diseño de infografías, esas habilidades van a ser necesarias para desarrollar las artes de la mejor manera. La información como tal, siento que está ahí, ese conocimiento bruto de los libros, lo que hace falta es enseñarle a los estudiantes a ponerlo en práctica, aplicable a toxicología.

Entrevistador: De hecho va muy dirigido a las nuevas metodologías que se están aplicando, porque implica que el estudiante sea autocrítico, y de ahí a que el docente sea más facilitador. La otra pregunta: ¿Qué otras tendencias de la Toxicología consideran deberían de incluirse en el programa del curso de Toxicología? Yo aquí tengo las tendencias en investigación: Tendencias en toxicología celular y molecular, toxicología analítica, clínica, forense, ocupacional, ecotoxicología, catástrofes tóxicas, evaluación del riesgo.

Profesor 2: La parte clínica es de las más fuertes, por ese lado está bastante bien, la forense me parece interesante, lo que sí me preocupa es el tiempo, es casi que una especialidad en sí, de una u otra forma sería evaluar la extensión del curso. Las catástrofes tóxicas con todo esto de la pandemia se podría ver relacionado por ahí, ya sea que las personas estén asinadas, de donde surge el virus, hay muchas cosas en las que uno podría de una u otra forma, meter mano. Y luego a nivel Nacional, lo mismo.. la respuesta ante emergencias de este tipo en organizaciones como la comisión nacional de emergencias, podría beneficiarse del área farmacéutica. La ecotoxicología siento como que se sale, hay otras profesiones para las que va a ser más relevante explorar esas áreas pero sí, la celular y molecular de hecho creo que con el nuevo programa tiene que ver con

biología molecular y otro que se llama descubrimiento de nuevas drogas, que también todos estos modelos computacionales que analizan la estructura del sitio de acción, donde va a tener efecto positivo, y donde negativo y por ende la toxicología. Entonces se complementa muy bien la toxicología con otros cursos.

Entrevistador: Otra pregunta: En su calidad de docente de toxicología, cuales serían los mayores aciertos del curso y cuales son las áreas por mejorar?

Profesor 2: Áreas por mejorar: Terminar de definir los contenidos, la relevancia de priorizarlos.

Mayores aciertos: Me parece que ya se dio ese paso, de empezar a actualizarlo, para muestra un botón, que usted está haciendo esta tesis que es relevante para todo el proceso. Lo más complicado ha sido arrancar con la transformación pero ya está empezando a pasar todo eso.

Entrevistador: ¿Qué acciones considera necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses en formación en Toxicología que tenga la comunidad estudiantil?

Profesor 2: Tal vez capacitarnos más nosotros, después buscar la manera de que se pueda hacer algún tipo de experiencia en un sitio relacionado con esto. El tema de ver como es en la vida real, eso no tiene precio.

Entrevistador: ¿Qué necesidades percibe deben ser satisfechas en la forma en que se da la metodología de clases en el curso de Toxicología?

Profesor 2: Las mismas necesidades que he mencionado me parece que responderían a eso, las herramientas adecuadas, capacitarse, volver a la presencialidad, desarrollar habilidades blandas, en general.

Entrevistador : ¿Qué acciones recomendaría para llevar a cabo el proceso de evaluación en los cursos de Toxicología?

Profesor 2: Por ahora me parece que está bien, como estamos explorando y haciendo distintos cambios, solo el tiempo nos dirá. Digamos, que en este cuatrimestre cambiamos tal cosa y mejoro o empeoro el desempeño de los estudiantes, nos va a llevar a saber si tal evaluación no fue suficiente o nos hace falta algo más para que el proceso de evaluación sea el adecuado o del todo tengamos que cambiarlo. Al ser tan variado es más cansado para el docente pero para el estudiante es mucho más enriquecedor.

Entrevistador: Doctor, usted me había hablado que usted había revisado ciertos referentes nacionales e internacionales en cuanto a toxicología, no se si pudo ver las buenas prácticas en esos planes y cuales serían y cuales acciones le llamaron la atención?

Profesor 2: Si hay una variedad bastante grande, yo diría que las dos o tres mejores universidades de España lo hagan todos iguales, pero en realidad no , si hay cierta libertad que hasta cierto punto es bueno pero interesante ver que no es tan exacto un programa de una universidad con otra. Lo que más me llama la atención es lo que estamos implementado nosotros, esa diversidad de formas de evaluar, que el curso se vaya ganando día a día y la cantidad de horas prácticas debe ser elevada, no baja de un 40% del curso.

Entrevistador: ya como última pregunta: ¿Qué recomendaciones brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología?

Profesor 2: Profundizar más en cuanto a los referentes y de alguna manera buscar asesoría de expertos, indagar las necesidades del país, la CCSS por ejemplo, a nivel privado, el ministerio de salud, buscar personas clave en diversos lugares que le puedan dar a uno pinceladas de qué carencias o dificultades tienen ellos para nosotros tratar de incorporarlo dentro de todas las enseñanzas y aprendizajes y entre un tiempo puedan ser llenadas, eso nos ha faltado, no se ha realizado una reunión específica con alguien fuera de la universidad para hacer el intercambio de conocimientos. Inclusive ver si algún estudiante hace algún trabajo de graduación o una investigación o proyectos de extensión docente relacionados con el tema de toxicología sería algo que habría que poner en marcha.

Entrevistador: Totalmente de acuerdo, estamos listos, no sé si gusta agregar nada más

Profesor 2: No, me parece que todo está bien, sí me interesa mucho ver los resultados de todo lo que está haciendo porque es material fresco, actualizado y orientado hacia algo específico que nos sirve para un área muy específica de la carrera, entonces definitivamente esa información es muy valiosa para nosotros.

Entrevistador: Ya con esto finalizamos, le agradezco por darme este espacio de tiempo.

### **Entrevista estudiante que cursa la asignatura**

- Entrevistador: Edad

Respuesta Estudiante 1: 23 años

- Entrevistador: ¿En qué nivel de la carrera se encuentra?

Respuesta Estudiante 1: Estoy en el noveno cuatrimestre

- Entrevistador: ¿Ha llevado alguna capacitación en Toxicología por fuera de la UIA?  
¿Dónde?

Respuesta Estudiante 1: Capacitación como tal no he llevado pero formo parte de la FECOEF y a veces te dan espacios esos de reuniones o programas con profesores o con otros profesionales de salud y uno de ellos fue con un profesor queda en microbiología en la UCR y la UCIMED, era básicamente la toxicología como muy enfocada en las serpientes y después este cuatri llevando Toxi, la profe de laboratorio, la Dra. Adriana nos puso ese mismo video en uno de los laboratorios. Entonces no he tenido una capacitación de lleno, pero si tal ves he estado un pco en contacto con algunos temas de Toxi en otras áreas, que también es super bueno, porque los estudiantes tienen ese acceso fuera de la U mediante calvez una organización estudiantil.

### **Categoría 1: Retos en cuanto currículo de Toxicología**

#### **Subcategoría 1: Identificación de retos a nivel de estudiante**

- **Entrevistador:** ¿Cuál es su percepción en cuanto la forma en que está estructurado el plan de estudios de Toxicología?

Respuesta Estudiante 1: Me llamado bastante la atención Toxi, tuve la experiencia como con ninguna otra materia de que de verdad se ha enfocado demasiado en integrar las tres cosas que nos dan, o sea, integrar laboratorio, simulación y la teoría que van muy de la mano y eso no ha pasado con otra materia, porque tales como si llegan a relacionarse en cierto punto del cuatrimestre pero nunca tan de la mano todas las semanas. Por ejemplo en laboratorio con la Dra. Adriana vimos un tema de manejo con el paciente que llega la farmacia intoxicado o demás, en simulación la semana siguiente vimos ya como tratarlo y ponerlo en practica, entonces ellos como que como un tipo, actuaron entre paciente y Dr y de manejo y todo, y nos pusieron a grabar un video sobre un caso clínico. Entonces eso me pareció muy curioso, porque como te digo, nunca una materia había estado en tan de mano como de esa forma. Entonces hasta ahorita creo que esta muy bien, y los temas que hemos visto hasta el momento, la verdad han sido muy interesantes. Y como te digo, no solo el profe dando la teoría, y nada mas llenando de eso, si no que buscando algo mas interactivo, como casos clínicos, que los comentemos, incluso también la Dra. Marianela a veces como que nos pone en breakout rooms y hacemos como eso de poder trabajar entre todos en un caso y después exponerlo. Entonces ha sido bastante bueno la verdad.

Entrevistador: Diana una consulta, lo que dijo en ingles que es?

Respuesta Estudiante 1: Los breakout rooms cuando te mandan a un grupo con otras personas mediante una reunión de zoom

- **Entrevistador:** ¿Cuáles considera que son los retos que enfrenta la comunidad estudiantil para llevar a cabo de manera exitosa su proceso de aprendizaje en la carrera de Farmacia?

Respuesta Estudiante 1: Los retos mayormente, es la cantidad de trabajos que mandan, creo, porque digamos al menos así ha sido para mi porque si bien si se aprende bastante con los trabajos y todo, creo que hay tal vez una falta de distribución mejor entre los trabajos que de cada semana. Y también digamos, creo que el concepto de no tener exámenes según la materia, a veces puede como sobrecargar al estudiante de trabajos pero también tal ves seria un poco mejor que los profes fueran conscientes de que uno no solo está llevando como ese curso en particular sino

que también tiene que administrar su tiempo en los otros cursos, que tienen exámenes, que también tiene trabajos y obviamente también tiene que cuidar su salud mental y salud física. Digamos tener las horas de descanso y así, que muchas veces yo creo no es considerado a pesar de que sea grupos de trabajo de varios integrantes, porque al fin y al cabo si se termina siendo como bastante el recargo que uno tiene, entonces creo que ese es principal.

Entrevistador: De hecho si, ayer lo comentaba con el profesor que entrevisté y él hablaba también que tienen como mucho recargo en que ir evaluando y demás, entonces es como mutuo el asunto, creo que si tiene que organizarse mejor en que las actividades sean bien dirigidas, que se aprenda bastante pero que el tiempo sea bien distribuido definitivamente.

Respuesta Estudiante 1: si exacto, si.

- Entrevistador: Debido a que este estudio se especializa en el currículo a nivel de tendencias de la Toxicología y al partir del objetivo general del curso de Toxicología que plantea el:

*Desarrollar en el estudiante de farmacia la capacidad de actuar profesionalmente ante situaciones de toxicidad asociadas a fármacos, productos químicos o sustancias peligrosas para la salud, mediante clases practico-teóricas orientadas a conocer dosis tóxicas de medicamentos, sintomatología asociada a intoxicaciones y el manejo adecuado de cada intoxicación específicamente. Para garantizar un proceder vigilante, oportuno y actualizado en su práctica diaria, en farmacia comunitaria, farmacia hospitalaria o farmacia industrial.*

¿Qué valoración del cumplimiento del objetivo considera le está siendo facilitado en su experiencia de curso?

Respuesta Estudiante 1: Bastante bueno, porque de hecho, digamos, la primera clase, Marianela nos dijo que el objetivo también era como de saber actuar y saber hacer, entonces creo desde el momento ha sido así full, porque como te digo, ellos han estado de la mano trabajando, entonces si lo que vemos en teoría, se pone en práctica en laboratorio y se pone aun mas en práctica en simulación. Entonces, si vemos algo, incluso, en la teoría Marianela como que no, no es como que llega ya nada mas da la materia y ya queda ahí y listo, sino que al final como que, les subí este caso clínico o les sube este artículo. Entonces no pone como, no solo a leerlos, sino

también ponerlo en practica y comentarlo en la clases, se abren demasiados espacios, Marianela también pone muchos estudios y ha enfocado demasiado como la importancia del farmacéutico e involucrarse en estos temas de la toxicología, que muchas veces yo creo que no se toma en cuenta, al menos, yo antes no lo había visto, de no ser por este curso de Toxi, tal ves muchos temas yo no me imaginaba que tal ves estaban como tan relacionados al estudiante de farmacia o a el farmaceutico ya como tal. Entonces si, el objetivo, me parece que lo están cumpliendo bastante los tres profes que están dando la materia ahorita y de hecho digamos enfoncándolo en eso de que después vamos a llevar farmacia comunitaria y otras materias, creo que va a ser demasiado útil como para saber actuar en diferentes cosas, o sea, si un paciente llega con una intoxicación al menos ya tener esa base que Toxi te dio y que ninguna otra materia, tal ves por ahí hubiera como, te hubiera instruido tanto, entonces me parece que están cumpliendo demasiado el objetivo, mas que todo por eso, por esa union que están haciendo de practica teoría simulación todo en conjunto, todo poniendo en practica todo y en todas las materias, de verdad ha sido una experiencia bastante chiva que en ninguna otra materia habían puesto en practica ni si quiera en farma.

Entrevistador: Genial, de hecho me gusto esa parte que me dijo sobre el espacio que esta dando el profesor a los estudiantes de que puedan opinar, eso indica que se esta basando mucho en la auto-criticidad del estudiante y que no solo el profesor tiene la razón de; entonces da ese espacio tan valioso.

Respuesta Estudiante 1: De hecho te cuento dos ocasiones, en una la profe nos puso un estudio de unos españoles que habían hecho seis pruebas como sanguíneas en ciudadanos diferentes y les salió más de 35 químicos distintos. Para todo mundo fue, pero, porqué? Verdad, entre ellos estaban plaguicidas. Entonces en ese momento ella como que abrió es espacio para que nosotros comentáramos y que pensáramos sobre el tema. Otro fue ya más aqui en Costa Rica, qué pensáramos sobre los bananaras y de mas que esto se ve mucho el limón. Entonces como que ella siempre da esos espacio para que uno pueda comentar. Y no solo comentar un tema como a la libre, sino que tambien obviamente esta relaxionado con Toxi. Entonces, ha sido la verdad muy bonito

- Entrevistador: ¿Cuál es su percepción cómo estudiante de que el curso de Toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera?

Respuesta Estudiante 1: Yo creo que esta bien ubicada porque, digamos, tomando en cuenta de que tal vez, farmacia comunitaria esta también cerca y las otras y ya va a salir de la carrera, es como muy importante tener eso fresco, mas que todo porque en Taxi te enseñan como actuar frente a una situación que se te puede presentar y literalmente estas muy cerca de llevar farmacia comunitaria. Entonces tienes como toda esa materia y toda esa practica y todo lo que aprendiste fresco ahí. Entonces me parece que la ubicación esta bastante bien, no me imagino la verdad Toxi como en los primeros cuatrimestres, me parece que esta mejor ahí.

- Entrevistador: ¿Qué opina del curso de Toxicología, es relevante para su práctica como futuro farmacéutico?

Respuesta Estudiante 1: Si, a mi me pareció super importante porque no era consciente la verdad, este delo importante que es el farmaceutico en esta area, y tambien lo poco que se integra, entonces siento que debería ir de la mano; yo siempre he dicho que digamos los farmacéuticos deberíamos ir de la mano con los doctores y enfermeros y enfermeras y todo para poder darles al paciente una salud mas integral porque. La verdad todos tenemos conocimiento en diferentes áreas, unas mas que otras y seria mejor que trabajemos en conjunto y tambien que, tal vez, el farmaceutico tal vez como que esté más empapado de otros temas, aparte de ya cuando de la carrera o durante digamos que tambien busque otras actividades como en las cuales pueda empaparse mas de conocimiento. Yo creo que una de ellas es Toxi, porque de verdad, nunca me hubiera imaginado que el papel del farmaceutico en ese ámbito fuera tan importante. O sea es que el manejo básicamente de muchos de las intoxicaciones de los que hemos visto ahora, tiene medicamentos, dosis y demás, entonces yo digo, ok, pero el profesional y experto, digamos cuando se gradúa, es el farmacéutico y no he visto tanta interacción de el como en esta parte de Toxi. Me parece que si deberíamos interranos mas por ahi. Y la verdad es que taxi como curso como que lo ha hecho notar demasiado y no solo notar si no que tambien la Dra Marianela nos lo dice siempre, o sea como que de verdad tenemos que ponernos esa camiseta como de orgullo y saber que nosotros podemos aportar mucho en esa area.

- Entrevistador: ¿Encuentra una relación entre lo visto en el laboratorio y lo visto en la teoría? Se complementan de alguna manera los contenidos?

Definitivamente, muchísimo.

- Entrevistador: Al revisar el programa del curso de Toxicología, se observan que son 13 temas de contenido, que van desde las generalidades de la Toxicología hasta intoxicación por detergentes, cloro, etanol y otros alcoholes. ¿Qué retos identifica en cuanto los tipos de contenidos que se incluyen?

Respuesta Estudiante 1: Creo que tal vez, si me gustaría que se viera mas acerca del manejo sobre tratamiento, digamos porque a pesar de que la teoría esta muy bien, la practica esta muy bien, siento que el tratamiento si se ve como tal vez un poco, digamos como ok te dicen para esto se utilizan tales medicamentos, tales dosis y además, pero si me gustaría mas que debido a que, di la carrera es farmacia, di tal vez como que se concentrara mas en ese manejo, en explicarlos mas sobre el tratamiento, y tal vez darnos mas ejemplos, darnos como un poquito mas de bases , porque hasta ahorita todo bien con los tipos de intoxicaciones que hemos visto como con las manifestaciones síntomas y demás , Pero tal vez en el tratamiento si deberían detenerse un poco mas y darle mas fuerza a ese contenido y ponernos más practicas al respecto porque no es solo como aprenderse la dosis y ya. Abordaje del paciente.

- Entrevistador: ¿Cuál sería su posición ante la idea de actualización del programa del curso de Toxicología?

Respuesta Estudiante 1: Creo que me gustaría, o sea no es que me desagrade el que esta ahorita, porque como te digo ha sido bastante interesante el manejo que le han dado, pero que si lo enfocaría mas en el tratamiento de cada uno de las intoxicaciones, o sea que tal vez como que el objetivo principal de Toxi sea ok, ver todas estas intoxicaciones pero su fuerza va a ser el tratamiento y el manejo que tenga el farmaceutico, porque tal vez como, este ok, distintas intoxicaciones con distintos fármacos, con distintos alimentos, drogas de abuso y demás, pero tal vez no enfocado mucho en la carrera en si, digamos, como el tratamiento, tal vez si se pusieran un toque a investigar más sobre ese tema o enseñarle más a uno sobre ese tema seria genial, sin embargo no me quejo porque si la verdad es que ha sido una materia que como ninguna otra ha

tenido ese hilo, y es que es un hilo conductor super bueno porque digamos no solo estas aprendiendo la teoría si no como que ha la hora de que todo se une vos pones en practica todo lo que aprendiste esta semana, entonces como todo se relaciona lo vas entendiendo mejor desde diferentes perspectivas, pero si se tuviera que actualizar y demás si lo enfocaría como más en ese tratamiento que va a tener el paciente, que al fin y al cabo es como farma.

- Entrevistador: Según el programa del curso, se identifica que la metodología de trabajo se basa en las clases magistrales ¿Cuáles considera son los retos que implica el usar esta metodología, en especial por la necesidad de trabajar en la modalidad de educación virtual como consecuencia de la pandemia del Covid-19?

Respuesta Estudiante 1: Yo siento que esta educación virtual ha sido como un poco difícil para los profes porque si puedo notar por lo menos algunos compañeros y compañeras no participan cuando ellos como que intentan que ellos participen. En el caso de Toxi con la Dra. Marianela, creo que ella, todas las clases trata de que nosotros participemos, desde diferentes cosas, o sea, como, artículos o casos clínicos que al final nos reuní en grupo y despues como que nos pregunta como que pensamos de este, que masomenos vemos del caso clínico como que determinamos de el, luego como un comentario abierto, ella siempre dice, tengo el micrófono abierto, todo el rato pasa preguntando si hay dudas de la materia y no solo dudas de la materia, si no como si alguien tiene algún comentario al respecto en lo que acaba de explicar y creo que ha sido por lo menos la única profe que yo he visto hasta ahora que ha estado como tan interesada en ese espacio y para mi ese espacio es tan super importante porque muchas veces cuando llevas una clase y esa clase dura tres horas y ademas, es muy complicado estar frente a una computadora tres horas y que el profe solo de materia y materia y pregunte si hay dudas nada mas y uno se queda como: es demasiado que procesar, es demasiado abrumador, en cambio cuando un profesor se interesa en hacer las cosas mas interactivas, preguntarte y comentarte y pinerte estudios y demas creo que el aprendizaje mucho mejor porque vos te motivas mas, aprende mas de hecho, entonces siento que en ese caso, si los retos han sido tal ves no muchos profesores están tan dispuestos a abrirnos ese espacio aunque sea aqui en la forma virtual y cambien tal ves de parte de los compañeros y compañeras, buscar como alguna forma de poder motivarnos a participar más dentro de las clases, porque creo que debe ser de la mano, o sea nada hace como un profesor dando ese espacio pero tampoco hacemos nada nosotros sino aprovechamos ese espacio que nos están dando.

También, la Dra ha estado como interesada en nuestra salud mental, o sea no solo como en Toxi, si no también en una de las ultimas clases abrió un espacio para preguntar directamente como estábamos y varios de los compañeros abrieron el micrófono porque curiosamente esa semana que ella hizo eso, ella sabia que teníamos el examen de Farma 2, entonces yo siento que esos espacios de verdad para mi son demasiado de valor y a ella se lo dijeron varios de mis compañeros porque realmente no se tiene a veces esa oportunidad de que un profe te pregunte directamente como estas o ponga un video de que tal ves te haga sentir un poco mejor. Entonces yo siento que se ha abierto espacio en Taxi tanto para la materia teórica como para la materia de salud del estudiante.

En este caso la profesora se ha venido comportando como una facilitadora

- Entrevistador: ¿Cómo describiría la experiencia de poner en práctica los contenidos ofrecidos por la persona docente?

Respuesta Estudiante 1: Creo que, teniendo como en base que ellos han estado enseñandonos de esta forma creo que al final de curso si me sentiría confiando en que tal ves si en algún momento se me presenta alguna situación de toxicología frente ya cuando uno empiecen a ejercer creo que tal ves por las bases y las enseñanzas que nos han estado dando creo que si se podría manejar, por que por ejemplo, ayer que hice examen me di cuenta que aprenderse todo de memoria no es, es de realmente sentarse, leer el caso clínico y que vos como que trates de analizarlo, creo que es una materia más de análisis que más de memoria y creo que cuando una materia es asi obviamente te va a servir demasiado cuando yo o vos te gradúes y empeces a ejercer y empeces a vivir todas esas experiencias, porque realmente, a veces la teoría que aprendes, asi como memorizando se olvida pero cuando lo pones en practica y te ponen a analizar, creo que cualquier cosa que se prénsete tal ves por lo menos si podes tener unas bases y algunas experiencias y creo que toxi se ha enfocado en eso, como que el estudiante pueda tener un pensamiento mas critico en lugar de solo memorizar y consumir materia.

- Entrevistador: ¿Cuál sería el nivel de satisfacción que percibe en cuanto el fomento de su participación por parte de la persona docente?

Respuesta Estudiante 1: Digamos con respecto a la Dra Marianela ha sido excelente, el manejo de ella tanto de teoría y ponerlo en práctica, interesada en la salud de estudiante, de verdad ha sido una experiencia distinta a otros profes, ha sido de mucho provecho poder estudiar esos casos clínicos al mismo tiempo analizar, que no ha sido como de memoria, me gusta mucho eso de ella, mi percepción acerca del curso de teoría con ella ha sido increíble, con el Dr Sancho, ha sido muy buena porque a pesar de hemos llevado muy poco de simulación, o al menos ha sido mi primera experiencia y la verdad me gusta demasiado porque a la hora de que los profes se unen y como que tal ves participan actuando, enseñando una forma distinta porque realmente vos decís, el me esta enseñando mientras actúa en cierta situación, no es como común, no es como que te poden diapositivas y explican. En ese caso simulación es una experiencia super bonita por ese lado, en laboratorio es difícil comentarlo porque es virtual, obviamente es super distinto, nosotros tenemos laboratorio el 01 julio presencial, entonces vamos a ver que tal. Pero hasta ahorita el laboratorio que hemos llevado con la Dra Adriana creo que si ha sido muy bueno porque va muy de la mano con lo que vemos en teoría, pero no se si es por ser virtual que, que ha sido como mi menos favorita de las tres. Mi percepción de laboratorio tal ves sea complicada, porque si no estas como de forma virtual puedes ir experimentar con las cosas y tener una oportunidad mas de aprender por ese lado. Pero se que ahorita virtual es algo que complica con los laboratorios, y se que no es culpa tal ves de los profesores, si no por la situación que estamos viviendo.

- Entrevistador: En el programa del curso se indica que la evaluación es basada en exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación ¿Qué retos ha identificado con el uso de estas estrategias de evaluación para la construcción de aprendizajes del estudiantado de la carrera?

Respuesta Estudiante 1: Digamos yo creo que si se administrara un poco mejor los trabajos, seria de más provecho porque por ejemplo las infografías si bien están como con el objetivo de que uno aprenda sobre un tema en específico, creo que a veces por tener tantas cosas, vos te concentras en lo que vos te toca hacer. De la infografía. O sea que si a vos te toca hacer los medicamentos o sustancias que son tóxicas para ese órgano en específico, por la cantidad de tiempo que vos limitada, no te vas a poner a investigar sobre los otros temas que tus compañeros desarrollaron. Entonces a veces cuando vos haces una infografía tal ves lo que vos expones, super bien de tu parte, pero vos estas en el aire por que todos en tu grupo se dividieron los temas y

mentira que uno tiene como ese tiempo super libre para poder sentarse y también ver lo que tus compañeros pusieron, decirles a tus compañeros, pásame los artículos que utilizaste para leer también. Realmente el tiempo no se tiene . Entonces las infografías me parecen una forma perfecta como de evaluar trabajos pero tal ves pero podría sacarse provecho si tal ves estuvieran bien administradas como durante el cuatri, porque entonces tal ves uno podría aprender de todo lo que le están pidiendo y no solo esa parte que te dividiste entre tus compañeros .

- Entrevistador:¿Cuál es su nivel de valoración en la forma en que la persona docente le evaluó?

Respuesta Estudiante 1: Teniendo muy cerca como el examen de taxi, me gusto demasiado la forma de evaluar porque era muy poco las preguntas que uno decía, a ok si , yo me aprendi esto de memoria como de dosis o un medicamento, todos era de analizar, el caso clínico era largo y te preguntaban varias cosas que no eran como tal fáciles, vos tenias que sentarte y digerirlo y analizar bien para poder llegar a la respuesta que vos pensabas que era, entonces yo siento que la evaluación ha sido super buena porque no es de poner al estudiante a memorizar. En las infografías, me parece super bien, pero me gustaría mas que tuvieran en cuenta ese limite de tiempo. En el caso de laboratorio hemos tenido quices y cuestionarios y también ha sido de analizar. Entonces toxi tiene como un sentido mas que critico que memorizar entonces esta bien.

- Entrevistador:¿Qué estrategia de evaluación considera que le permitió desarrollar conocimientos en cuanto la Toxicología?

Respuesta Estudiante 1: El examen, digamos, como ayer muy pocas veces he disfruta hacer un examen, uno siempre esta como super estresado, digamos cuando son muchas teorías uno tiene como que estar recordando si lo que tiene ahí en la mente es esa respuesta, pero al ser más de análisis como que tal ves no tienes ese estrés por ahí y podes confiar más en lo que has estudiado y poner en practica, no es como: ah si yo me acuerdo de esto que me aprendí, entonces voy a escribir acá y ya fue. Creo que otras materias deberían hacer esto que esta haciendo Toxi, más análisis y no tanto de memorizar, porque cuando una va llegando al final de la carrera todo realmente es muy teórico y poca practica, a no ser que sea laboratorio, creo que seria un aprendizaje mas lindo si todo si se pudiera analizar más, porque hay muchas profes que dicen eso, eso es de memorizar.

- Entrevistador: ¿Qué percepción tiene sobre la Toxicología como área laboral, a partir de la forma en que se desarrolla el curso de Toxicología?

Respuesta Estudiante 1: Creo que, si yo no hubiera llevado este curso, de verdad por mi mente no hubiera pasado que el farmacéutico tuviera un campo en esta área, pero ya llevando, creo que es demasiado importante, y que realmente si no nos lo hacen ver, creo que no se hubiera descubierto, porque como estos casos clínicos, están enfocados que un paciente llega a la farmacia presentando tal situación y demás, y que pasa si vos no tenes esas bases, que pasa si en un momento de la carrera no te enseñaron cuales son los síntomas o el manejo de una intoxicación, o sea que vas hacer, no hay forma, porque tal vez en farma vas a poder ver varios medicamentos y puedes decir, ok este medicamento puede servir para tal intoxicación, pero muy poco. En cambio, un curso que sea destinado solamente a eso pues se saca bastante provecho. Pues entonces yo siento que para cualquier persona ahorita que lleve taxi y que quiera como rise por ese lado y buscar una área más enfocada, es de bastante provecho. Incluso yo siento que un tema que me gusta muchísimo y creo que el farmacéutico como que debería empaparse más de esos temas que son como ciertas tendencias que hay en muchos países, como por ejemplo, a nivel de corazón, Marianela nos habló de dos que era la cardiotoxicidad oculta y la cardiotoxicidad por quimioterapia. Esta última era super interesante porque era como la quimioterapia debilita en muchos casos debilita tanto el corazón del paciente y ni siquiera muere por la quimio, si no por una insuficiencia cardíaca o por un problema cardíaco y que en muchos casos eso no es como tomado en cuenta. Hay una forma preventiva sobre un tratamiento, y conocer sobre esas cosas y saber que están directamente relacionadas con fármacos, es bastante interesante porque vos no te lo imaginas. Entonces, en otro curso no tienes esa oportunidad como de relacionar la toxicología como con el área de farmacia.

- Entrevistador: ¿Cuáles considera son las principales fortalezas del curso? ¿Cuáles serían sus debilidades?

Respuesta Estudiante 1: Las fortalezas creo que a nivel de teoría, ha sido esos espacios que la Dra. nos ha dado para ser más críticos, con los casos clínicos que nos pone, los artículos que nos sube, que no es simplemente que nos sube el caso clínico y tenemos que resolverlo y pone una nota, inclusive ni siquiera tienen nota, es como que realmente nosotros ponemos a verlos y

desarrollarlos sin un interés de que tener que salir porque tener una nota ahí, si no que ha llegado al punto de que vos esos casos clínicos los resolves para mero aprendizaje mas que una nota. El caso clínico se realizó al hacer pequeños grupos en zoom y al final de la clase puso a varios ingratos a hablar sobre el caso clínico, cosa que tal ves en una evaluación donde vos nada mas lo subes y luego recibe la nota, pues no tienes ese aprovechamiento o acompañamiento que te va a dar le profe, y es en vivo, directamente en el momento. Super bien en teoría.

En laboratorio tal ves, como que siento que le falta más, pero no se si será por la parte virtual. Siento como que deberían armar mas el laboratorio, armarlo más a nuestra situación. Porque de repente si se logra mantener el hilo entre la materia, pero ha sido como ver videos de intoxicación y a veces es muy cansado y te despistas, y tal ves si no es la profe que tal ves este interactuando con vos, en ese lado de laboratorio, se vuelve como mas complicado. Tal ves si laboratorio tuviera un poco mas de la forma en que se maneja la teoría que esta siendo como mas de poner al estudiante a opinar y analizar, seria increíble. Y con simulación tambien ha sido super bueno, porque es ponernos a nosotros una situación mediante los profes, haciendo que uno pueda aprender en esa forma, con caso clínico actuado y tu haces el manejo. Obviamente se aprende mucho mas que sentarse a estudiar solo para aprendérselas.

## **Categoría 2: Necesidades en cuanto currículo de Toxicología**

### **Subcategoría 2: Identificación de necesidades a nivel de estudiante**

- Entrevistador: ¿Ha logrado identificar alguna necesidad de formación académica de la carrera de Farmacia para satisfacer las demandas de la sociedad?

Respuesta Estudiante 1: Creo que, en el caso de Toxi, debido a que la materia ha sido así de ponernos ejemplos y ponernos a trabajar en los diferentes casos creo que si ha sido bastante provechoso por ese lado porque como te digo, si uno si gradúa y ya tiene como esas bases y esas experiencias que te dieron los profes de poder ser como un poco mas interactivo y comentar con los compañeros y el profe y demás si ha sido super bien. Sin embargo que destaco que falta como un toque mas del manejo del paciente y mas el tratamiento, por que si bien se ha aprendido demasiado en estos contenidos de las diferentes intoxicaciones, yo siento que falta un poco mas en esa parte del manejo del paciente, el tratamiento porque digamos en ese caso de cuando uno se

gradúe y tenga tal vez una experiencia en frente de esto, realmente no te vas a aprender la historia de tal intoxicación o información como muy general acerca de una intoxicación, si no lo que, o sea de que tienes que llegar directamente al manejo del paciente, como trata este paciente, entonces yo siento que se debe fortalecer muchísimo más este manejo del paciente. O sea como que tal vez los temas están bien desarrollados, se ha hecho un muy buen manejo entre las tres partes que se divide el curso, pero siento que si falta más esa parte del manejo de la persona. Se aprovecharía más el curso si fuera así.

En cuanto a demandas de sociedad, como esta parte clínica, que ha hecho falta que nos enseñen un poco mejor o se interesen un poco más en eso.

- Entrevistador: ¿Qué otras tendencias de la Toxicología consideran deberían de incluirse en el programa del curso de Toxicología?

Respuesta Estudiante 1: Creo que esa que dijiste de la evaluación de riesgos, me llamo la atención, digamos al menos varias cosas clínicas que nos han puesto han sido como de ciertos patrones, digamos una persona que tenía ciertos medicamentos como con un antidepresivo o como alguno de estos tipos y como que tenía como una tendencia de abusar de ciertos medicamentos, entonces como que el caso clínico te va guiando por ese lado, que es una persona con problemas, y. Creo que esa evaluación de riesgos en un paciente podría tal vez como evitar como muchas intoxicaciones que hoy en día se dan porque, Marianela nos hablaba que entre los primeros tres es el clonazepam, yo creo que digamos ahorita hay una gran distribución del clonazepam y vos escuchas que mucha gente lo utiliza para dormir. Entonces yo siento que la evaluación de los riesgos tal vez se empieza, si vos te enseñaran más en ese punto, tal vez podría como ser más provechosa la toxicología en esa parte, y poder identificar como un paciente que está comprando clonazepam y demás tal vez podría llegar a caer en una de estas intoxicaciones. Entonces si a vos te enseñan como manejar o evaluar riesgos y no solo como vos digas, ah si yo pienso que tal vez esta persona podría estar abusando de este medicamento, si no que a vos te den las bases para poder ver las cosas en forma amplia y más estructurada, o sea que vos digas, yo me acuerdo que esto se puso en práctica, me parece que este paciente podría estar en cierto riesgo de intoxicación, ciertas drogas de abuso. Entonces si esta tendencia se incluyera en los contenidos siento que tal vez se aprovecharía bastante. Tal vez las catástrofes toxicológicas, eso

también me gustaría bastante porque siento que si nos enseñan eso y el manejo de una intoxicación así muy grave que tal vez en otras materias a vos no te van a enseñar, como una intoxicación bastante seria y que vos tengas esa capacidad de poder manejar al paciente, entonces creo que sería de bastante provecho.

Entrevistador: De catástrofes se enfoca mucho de los que pasa en poblaciones.

Ahora que mencionas eso, Marianela en la primera clase nos presentó varios casos, uno de ellos fue el de Chernóbyl, y otro caso de un pueblo o en una finca donde ellos tenían como un seguidor, y este seguidor hizo que en población tomaran un líquido y hizo un suicidio masivo. Siento que es super bueno de aprender, porque si bien aunque no se relaciona tanto con el manejo del paciente en un futuro, siempre es bueno como tener ese conocimiento extra acerca de la Toxicología, no solo quedarse con lo que farmacia te ofrece, si que también conocer esos hechos históricos que han impactado el mundo. Que Marianela haya presentado esos ejemplos en la primera clase, fue bastante interesante.

- Entrevistador: ¿Qué acciones considera necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses en formación en Toxicología que tenga la comunidad estudiantil?

Respuesta Estudiante 1: Creo que lo que más se tendrían que ponerse de acuerdo los profes es que si un curso va a ser de exámenes, que entonces tengan un poco más de orden con los trabajos, porque digamos en el caso de, este, hay muchas materias que si bien solo son calificadas con trabajos, y es mucho de verdad lo que hay que hacer, al menos solo estas como preocupado con los trabajos como tal y realizar y las entregas y demás. Pero si vos estas llevando la materia que tras de eso tiene como entregas de proyectos de investigaciones de casos clínicos, como que todo eso se va acumulando mucho, y digamos si ellos tienen como tres exámenes y tal vez la entrega de dos infografías que creo que es como el caso de taxi, está muy bien porque no es tanto, pero si vos tienes una materia que estas llevando, es examen y entregas que son cada 15 días o cada semana, de ¿donde te sacas el tiempo vos para estudiar bien?, digamos que de verdad que no sea solo para un examen, sino para el que vos aprendas, y como sacas el tiempo para hacer los trabajos también bien, porque al final, digamos, yo creo que ellos deberían tomar en cuenta que si no hacen una buena distribución, el estudiante estaría básicamente haciendo dos cosas:

estudiando para un examen y haciendo trabajos para cumplir con una entrega y una nota, entonces si tal vez se distribuyera más el tiempo, uno sacaría el provecho de las cosas que está haciendo, aprendiendo y estudiando, al menos con toxicología si he tenido la experiencia de que tal vez ha sido un poco distinto que las otras materias. Porque, ok, la infografía se entregó hoy si aprende, investigue y creo que si se sacó provecho y el examen haciendo ayer, como te digo no fue de memoria para nada. Al menos a mí hasta ahorita me pasa en una materia, así que yo diga, ok está muy bien, muy bien distribuido. En cambio en las demás si he tenido ese problema de que el tiempo no alcanza.

- Entrevistador: ¿Qué necesidades percibe deban ser satisfechas en la forma en que se da la metodología de clases en el curso de Toxicología?

Respuesta Estudiante 1: Tal vez ahorita con toxicología, como que si he tenido una experiencia bastante buena en conforme se ha dado las clases y como se van ido desarrollando, que de verdad yo no tenía como, tal vez una siempre llega a un curso y espera ver siempre ver lo mismo, como te sientes el profe explique y que sean diapositivas y después vos tengas que memorizar ciertas diapositivas y aprender para examen y demás, y al menos con toxicología yo creo que neceseridas ahorita como tal vez no he visto de mi parte porque el manejo ha sido bastante bueno, la única necesidad que veo en este momento es que se me han quedado un poco cortos en esa parte clínica de manejo de tratamiento, enseñarnos un poquito más de eso. Sobre todo también, como te lo mencionaba antes, el laboratorio, si bien yo siento que el curso ha sido bastante organizado y los profesores se han puesto de acuerdo para hacer todo muy integral, siento que al laboratorio se le está sacando muy muy poco provecho, porque, este si lo relaciona y si aprendes pero yo siento que el laboratorio se porta hacer muchísimo más de lo que se está haciendo ahorita, y siendo un curso de Toxicología y viendo ahorita lo importante que es en nuestra área, siento que es importante que tal vez los profesores se pongan a pensar, ok tenemos esto bastante distribuido, pero veamos realmente cuáles son como nuestras necesidades como profesionales para poder darnos las bases cuando nos graduemos, la necesidad es como eso que se centre más en la parte de farma al final.

- Entrevistador: ¿Qué acciones recomienda para llevarse a cabo el proceso de evaluación en los cursos de Toxicología?

Respuesta Estudiante 1: Yo creo ue con el examen quede bastante satisfecha, porque no era solo memoria como te digo, era de analizar, entonces super bien por ese lado. Con las infografías y demás, ese tipo de evaluaron siempre me ha parecido útil pero no se si tal ves habrían como otras opciones de calificar o evaluar ciertos temas para que tal ves vos no solo estes enfocado en la parte que dentro de tu grupo te toco, entonces que tal ves podes, si todos investigaran sobre ciertas cosas de ese tema que te tocó en especifico que de verdad uno lo pueda aprovechar y pueda aprender como de todo eso un poquito, en cambio con las evaluaciones de trabajaos que al menos ahorita están haciendo los profes solo aprendes de la parte que a vos te toco, obviamente en un examen no porque es individual, entonces todo bien eso por ahí. Pero los trabajos si siento que deberían crear otra metodología, no se para que uno pueda aprender mejor o mas acerca de los temas que los asignan.

Entrevistador: Esta interesante porque, la infografia porque es muy bonita hacerla. Seria como interesante tambien que los grupos pudieran opinar acerca de eso, entonces como que se haga una mini charlita de eso que se trabajo y que después se hagan o preguntas aleatoria a los alumnos por parte del facilitador o que se yo que cada grupo tome una opinión, para que todo mundo se note que haya puesto atención.

Respuesta Estudiante 1: Se sacaría provecho no solo para los otros estudiantes de los otros grupos, si no para ese mismo problema que te estoy diciendo dentro del mismo grupo, vos escuchas a tu compañeros explicando la parte que les toco, vos podes aprender de eso, entonces siento que no solo tal ves seria entregar la infografía, que es lo que ahorita se esta haciendo, digamos se habilita se entrega y esperas la nota, si no tal ves poner la infografia que cada uno hizo en una clase y comentar al respecto. Seria una forma de solución.

Entrevistador: Creo que cuando yo llevé con Amey se aplicaba una situación similar a esa, bueno eran más presentaciones que infografia, pero por lo menos tenía la oportunidad de subir esa presentación y que tal grupo, número tal les, tocaba comentar esa presentación que subimos nosotros y se iban haciendo así como entrecruzando la forma en que se podía opinar con evidencia científica, entonces había que fundamentar totalmente todo.

Respuesta Estudiante 1: Esa parte me parece increíble, ojalá toxi en otros cuatris pueda aplicarlo de esa forma.

- Entrevistador: ¿Ha logrado identificar buenas prácticas en el aprendizaje de Toxicología en otras universidades internacionales y nacionales? ¿Cuáles sería y qué acciones son las que le llaman la atención?

Respuesta Estudiante 1: Vieras que no he tenido la oportunidad pero digamos como te comentaba al inicio , la federación pasa publicando distintas reuniones que hacen con profesionales en distintas áreas, entonces con Toxi solo he tenido la oportunidad de participar en una, que fue la que yo te comente antes de la Toxicología en las serpientes y la verdad yo creo que el manejo que se le da como en esos espacios creo que son de bastante provecho, digamos no he tenido como otra experiencia como de otra universidad o de una capacitación aparte o de algo así pero si yo creo que tal vez el estudiante, no se como que fuera mas participado en esos casos, como en esas actividades pues tal vez se prestan, sería de bastante provecho, o que tal vez la misma universidad, porque por ejemplo, como que ellos te motiven o te compartan cosas, algo que si he notado demasiado que me acaba de acordar es que el Dr Sancho pasa compartiendo cosas al grupo, pasa compartiendo artículos científicos, webinars, reuniones de zoom de otros profesiones con toxicología, eso nunca lo había visto en un profesor, nunca, o sea como que el profesor compartiera cosas al estudiante pero que no estuviera relacionado con una calificación del curso, si no que fuera algo mas allá, como algo extra curricular por decirte algo, pero obviamente algo relacionado con la carrera; por ese lado, pero como experiencia como tal en una universidad no he tenido.

Entrevistador: Ok, esto me dirige mucho a la importancia a lo que debería de haber en la universidad sobre cursos de extensión, sería super bueno, y a nivel de toxicología mucho más, incluso le podrían a pensar bastante sobre que pueden decidir una vez que yo termine mi carrera, en que me puedo especializar, y ver si aquí también a nivel de país es posible laborar en este espacio y sino pues donde se puede hacer.

Respuesta Estudiante 1: No y Vieras, la profe Marianela, nos comentaba que en España hay unas tendencias que las empresas están aplicando y yo digo eran como ok, el farmaceutico posaría muy bien incluirse en estas y era como la toxicología del comportamiento y lo que eu decía era que hacían pruebas tipo test para ver si una persona que estaba expuesta a un químico Tenía cambios en la función motora, en la capacidad de aprendizaje, en la capacidad de memoria y eran como

una seria de otras tendencias como Toxicología neuromolecular, entonces yo creo que son áreas que no conoceros que en España si están que el farmaceutico podría trabajar en esas áreas porque están directamente relacionados como con los fármacos o tóxicos directamente digamos con los que trabajan y tal ves en el país no tenemos eso porque no se ha indagado tanto, y tal ves un punto de partido seria las universidad que empiecen a complementarlo con esos cursos y darnos a conocer más.

Entrevistador: Si eso le llamaríamos como, si en el país no está, sería una fuga de cerebros para el país, porque el conocimiento en el que puedo especializarme esta en otro lugar, entonces, el país lo pierde.

Respuesta Estudiante 1: Exacto, exacto, entonces seria mas interesante que las universidades dieran como ese motor porque yo siento que si ellas no lo hacen nadie se va interesar en hacerlo.

- Entrevistador: ¿Qué recomendaciones brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología

Respuesta Estudiante 1: Creo que me iría super enfocada en el laboratorio, demasiado, porque aunque sea virtual, creo que si le hace falta como una organización mejor, de como el estudiante pueda aprender, que no solo sea en ver un video, aunque tenga relación con la teoría o en simulación, que tal ves se pueda parchar más y en cuanto a evaluaciones, los exámenes que eran ahorita me parecen super bien, que sean de análisis no de memoria, que las clases también sean así, participativas que fomenten el pensamiento critico y de análisis en el estudiante siempre, y tal ves en términos otros de evaluación con trabajos, no solo con toxi sino con otras materias seria que se pingan un poco mas de acuerdo en la cantidad de trabajos y la extensión que ponen. Porque al final y al cabo si el profe quiere que uno los aproveche, no es solo como en la nota en si, sino que también uno tenga o salga con algo aprendido en lo que estas haciendo.

En cuanto a temas de lo que está en el programa, alguna actualización por ahí. Creo si, lo de las tendencias que mencionaste, en la evaluación de los riesgos seria increíble, mas que Marianela nos enseñó que el primero es como el drogas de abuso que causan intoxicaciones, entonces yo siento que eso seria increíble por ese lado y este creo que ya como te lo he mencionado antes, el nivel de temas creo que me gustaría mas que absolutamente todos estén enfocados más en el

manejo al paciente, en esa parte clínica, que no sea como un curso de toxicología pero que es nada más hablen de las intoxicaciones de forma muy general, si no que este un poquito más enfocado en farma.

Entrevistador: Desea agregar algo más, algo que siente que quiera expresar, o si todo esta bien.

Respuesta Estudiante 1: No todo esta bien, nada más felicitarte, por hacer una tesis que casi nadie hace con estos temas porque la verdad es que toxicología yo creo que casi ningún estudiante o farmaceutico le muestra la importancia y la verdad si se la merece, felicidades Leo.

### **Entrevista estudiante que cursó la asignatura**

- Edad

R/ 24 años

- ¿En qué nivel de la carrera se encuentra?

R/ Estoy por presentar tesis, en el último ciclo de la carrera

- ¿Ha llevado alguna capacitación en Toxicología por fuera de la UIA? ¿Dónde?

R/ No, no he recibido, he visto congresos por internet y salas por vía zoom , pero capacitacion personal no.

### **Categoría 1: Retos en cuanto currículo de Toxicología**

#### **Subcategoría 1: Identificación de retos a nivel de estudiante**

- En términos generales, ¿cuál es el aporte que le generó toxicología en su conocimiento como farmacéutico? ¿En caso de ser alto o bajo, puede detallar su respuesta?

R/ En este caso, nosotros en el curso de toxicología tuvimos una nueva experimentación porque fue el punto en donde cayó la pandemia en el país. Mientras la universidad y nosotros los estudiantes nos adaptamos al sistema, fue complicado, pero en sí, puedo decir que es un término medio porque el curso le abre los ojos a uno y porque es una interrogante que hay mucho a nivel

de la población. Este curso más que todo le da el porqué pasan las sobredosis, interacciones medicamentosas, como es que funcionan y todo ese tipo de mecanismos. Para lástima nuestra, sí tuvimos ese choque a nivel nacional.

- ¿Cuál es su percepción en cuanto la forma en que está estructurado el plan de estudios de toxicología?

R/ Siento que en cuanto a la estructura está bien, siempre y cuando el método de enseñanza sea el adecuado. Subjetivamente a nivel actual se necesitan otras herramientas de las que nos estaban dando en esa tabla de contenidos, por ejemplo, ahora como uno incursiona más en el ámbito laboral, uno ve que las interacciones medicamentosas no las tienen al hilo. Creo que un mejor mecanismo de defensa para salir al mercado laboral es saber como buscar las reacciones medicamentosas.

- ¿Cuáles considera que son los retos que enfrenta la comunidad estudiantil para llevar a cabo de manera exitosa su proceso de aprendizaje en la carrera de Farmacia?

R/ Hablando presencialmente, siento que un reto estudiantil. Si hablamos a nivel virtual la enseñanza uno está hablando con muchas personas al mismo nivel de uno, estudiante, ve que la enseñanza virtual no es la más adecuada, también la manera o el método por el cual se mide el conocimiento de los estudiante a nivel presencial era injusto para muchos. Creo que uno de los mayores retos a nivel de estudiantes universitarios es el método de medición de la enseñanza. A veces sobrecarga al estudiante con tantos trabajos y metodologías de igual manera el método de aprendizaje no es el mejor. Para uno como estudiante quiere salir con todo, y a veces uno hace el trabajo pero no se cumple con la enseñanza adecuada.

- Debido a que este estudio se especializa en el currículo a nivel de tendencias de la Toxicología y al partir del objetivo general del cursos de Toxicología que plantea el:

*Desarrollar en el estudiante de farmacia la capacidad de actuar profesionalmente ante situaciones de toxicidad asociadas a fármacos, productos químicos o sustancias peligrosas para la salud, mediante clases practico-teóricas orientadas a conocer dosis toxicas de medicamentos, sintomatología asociada a intoxicaciones y el manejo adecuado de cada intoxicación específicamente. Para garantizar un proceder vigilante, oportuno y*

*actualizado en su práctica diaria, en farmacia comunitaria, farmacia hospitalaria o farmacia industrial.*

¿Qué valoración del cumplimiento del objetivo considera le fue facilitado en su experiencia de curso?

R/ Nosotros tuvimos una experiencia un poco diferente por la pandemia, a nivel práctico no lo tuvimos, basarse solamente en la teoría es como tener una cara de la moneda. Ante mi experiencia no se cumplió el objetivo del plan por la emergencia nacional, pero sí le abre mucho los ojos a uno como estudiante para ir más allá y ver las reacciones medicamentosas, cuales antídotos utilizar, eso es muy importante en cada intoxicación, por qué es que se dan las reacciones medicamentosas, intoxicaciones, por qué si es a nivel hepático, hasta dónde y con cuál ciclo tienen esa intoxicación, entonces creo que en mi opinión, la toxicología es un ámbito muy importante para el farmacéutico. Este plan se podría adecuar bastante pero sí le hace falta ciertas actualizaciones.

- ¿Cuál es su percepción cómo estudiante de que el curso de Toxicología se ubique en el noveno cuatrimestre de la carrera?

Al estar en el noveno bloque le quita dificultad de cierta manera porque muchas cosas que se ven las tuvo que haber visto en farmacología 1 y farmacología 2, porque se ven muchos mecanismos de acción y uno comienza a entender todo a nivel de fármacos en farmacología 1 y farmacología 2 pero siento que una introducción buena sería que esté antes de las farmacologías. Porque puede facilitar, al estar después de farma 1 y farma 2, es una herramienta muy buena que le dan al estudiante para defenderse en toxicología, porque muchos mecanismos, como lo es el ciclo hepático de los fármacos, el renal, la excreción, el metabolismo, uno lo repasa y lo ve en farmacología 1 y en farmacología 2 se ven muchas teorías sobre todo un poco, como medicamentos en patologías, entonces, al ser así me parece que deberían extender un poco más el conocimiento de toxicología. Siento que la toxicología le abriría una puerta a usted para la farmacología.

- Al revisar el programa del curso de Toxicología, se observan que son 13 temas de contenido, que van desde las generalidades de la Toxicología hasta intoxicación por

detergentes, cloro, etanol y otros alcoholes. ¿Qué retos identificó en cuanto los tipos de contenidos que se incluyen?

R/ Todo curso debe tener su introducción, luego vienen unos procedimientos que al principio se ven intoxicaciones. Los contenidos no están mal, porque siempre nos vamos a rozar con eso a nivel profesional. Por ejemplo, una intoxicación tóxica no va a ser tan evidente con una sistémica, son retos de buen uso para el estudiante. Lo que necesita más que todo es una actualización. Siento que es mejor hacer un contenido en este programa en el cual le den las herramientas reales que va a tener en el campo clínico, profesional. Yo hoy en día tengo como 3 o 4 aplicaciones que utilizo que me dieron en farmacia hospitalaria, saliendo, cuando uno rota. Lo que le hace falta es implementar las verdaderas herramientas que uno necesita en el ámbito profesional

- ¿Cuál sería su posición ante la idea de actualización del programa del curso de Toxicología?

La anterior la contesta, ok.

- Según el programa del curso, se identifica que la metodología de trabajo se basa en las clases magistrales ¿Cuáles considera son los retos que implica el usar esta metodología, en especial por la necesidad de trabajar en la modalidad de educación virtual como consecuencia de la pandemia del Covid-19?

R/ En ese ámbito , al menos ahorita que uno está saliendo, que ya pasó por farmacia comunitaria y hospitalaria, usted ve que los casos clínicos a usted le funcionan muchísimo. Siento que las clases magistrales siempre van a tener lo que dije anteriormente, muchas veces uno se prepara para un cuatrimestre. Siento que se podrían implementar más casos clínicos.

- ¿Cómo describiría la experiencia de poner en práctica los contenidos ofrecidos por la persona docente?

R/ Si se mantiene un solo docente, se podría implementar, pero si se ponen 5,6,7 docentes en un año, van a variar los contenidos de un mismo curso , con esto va a variar el objetivo de aprendizaje de los estudiantes. Si se tiene una constancia, tanto la gestión de calidad , como el

profesor, pueden llegar a un acuerdo. Hay temas muy interesantes que los profesores muchas veces quieren incluir, solo que el programa no los deja, entonces como estudiantes, nosotros somos los que nos vemos perjudicados por eso.

- ¿Cuál sería el nivel de satisfacción que percibió en cuanto el fomento de su participación por parte de la persona docente?

R/ No puedo calificarla muy bien porque en serio eran clases magistrales, se daba la teoría, tienen dudas o no? entonces nos vamos. La participación a no ser por los proyectos investigativos y los trabajos que tenía que presentar, sí se limitaba mucho.

- En el programa del curso se indica que la evaluación es basada en exámenes, infografías, exposiciones temáticas, laboratorios y simulación ¿Qué retos ha identificado con el uso de estas estrategias de evaluación para la construcción de aprendizajes del estudiantado de la carrera?

R/ Depende del estudiante, yo como trabajador, se me dificulta mucho hacer mapas mentales, infografías, resúmenes ilustrados, ir a rotar, ir a simulación, primero el tiempo es algo que lo va a matar como estudiante. Al ser tanto, llegaba hacia el mapa mental y lo que aprendía era muy poco. No es que vaya a favor de los exámenes pero al menos antes en lo presencial, sabía con qué norte iba, sabía que tenía que llegar a prestar atención a la clase. en cambio, se llena de tantos trabajos, que no le da el chance a la persona y menos si trabaja, de hacer las cosas para aprender, siento que ese método de enseñanza no está funcionando. Además, no se que tan buena idea sea la virtualidad conjugada con la presencialidad, porque si van a dar un curso totalmente presencial, y van a evaluar por medio de exámenes, uno dice: está bien.

- ¿Cuál sería su nivel de valoración en la forma en que la persona docente le evaluó?

R/ Pienso que está bien, porque aunque nos fuimos virtual, nosotros ya íbamos con eso y siempre se cumplió

- ¿Qué estrategia de evaluación consideró que le permitió desarrollar conocimientos en cuanto la Toxicología?

R/ En ese momento, el docente nos dejó varios casos clínicos para desarrollar pero nos dejó el mismo para toda la clase y uno lo comentaba en clase. Por eso es que yo le doy la recomendación, porque en ese momento yo dije: mire que interesante, casi nadie pudo resolver el caso clínico, y al día de hoy casi que me animo a decir que me acuerdo de la ecuación de ese caso clínico porque es algo muy interesante que uno lo pone en práctica y en otro ámbito. Son situaciones reales que lo van a llevar a pensar como un profesional, esa parte fue la que más me llamó la atención

- ¿Qué percepción tiene sobre la Toxicología como área laboral, a partir de la forma en que fue desarrollado en el curso de Toxicología?

R/ Sea cual sea la rama, la toxicología va a implementar todo, desde laboratorios químicos farmacéuticos, van a implementarse, usted debe saber las dosis, los rangos, el principio activo, siento que abarca todo. Sea hospitalaria, comunitaria, pero siento que se desarrolló bien porque la toxicología siempre va a ser de impacto en cualquier área de la salud.

- ¿Cuáles considera son las principales fortalezas del curso? ¿Cuáles serían sus debilidades?

R/ Fortalezas: Le da la herramienta al estudiante para abrir esa puerta mental en cuanto a las interacciones medicamentosas. Cuando usted tiene la base de una estructura, puede construir muchas cosas después de eso.

Las debilidades: La manera de adecuar la medición de enseñanza, las clases magistrales, hacer todo un poco más dinámico, es uno de los puntos que más atención debería de tener. Y la parte práctica, quizás no se necesita un laboratorio pero sí casos clínicos. Tenemos un área de simulación que se puede aprovechar para toxicología.

## **Categoría 2: Necesidades en cuanto currículo de Toxicología**

### **Subcategoría 2: Identificación de necesidades a nivel de estudiante**

- ¿Ha logrado identificar alguna necesidad de formación académica de la carrera de Farmacia para satisfacer las demandas de la sociedad?

R/ Yo como estudiante de la salud, a uno le preguntan : ¿puedo tomar esto? es que ya me tomé este otro , mirá , tomé tanto de este, si me tomo otra me pasara algo malo? Entonces siento que hay que dar una buena formación.

Una necesidad es darle las herramientas al estudiante curso a curso para que se puedan defender, tener la confianza a nivel laboral es una herramienta de muy buen provecho y que carece en muchos estudiantes.

- ¿Qué otras tendencias de la Toxicología consideran deberían de incluirse en el programa del curso de Toxicología?

R/ Ayudaría mucho la tendencia toxicología natural.

La toxicología forense que nos va a dar respuesta a muchas cosas, la molecular siento que se puede adoptar de buena manera y de provecho para los estudiantes.

Creo que sería vital poner toxicología en el bloque en el que está, perdón que me devuelva.

Todo este tipo de tendencias se pueden dar como cursos optativos, no necesariamente del programa, sino cursos que personas egresadas puedan adquirir, qué conocimiento de este tipo nunca va a sobrar. Uno como estudiante tiene que estar en constante actualización .

- ¿Qué acciones considera necesita realizar el cuerpo docente de la carrera para satisfacer las demandas e intereses en formación en Toxicología que tenga la comunidad estudiantil?

R/ Redundo en lo mismo, ahora la tecnología está a punta, que le den las herramientas necesarias al estudiante.

- ¿Qué necesidades percibe deban ser satisfechas en la forma en que se da la metodología de clases en el curso de Toxicología?

R/ Las simulaciones son muy buenas porque la teoría siempre se debe ligar con lo práctico.

Al menos los contenidos que se plasman dan bastantes conocimientos pero el faltante que yo había notado, sería eso. La parte práctica es muy importante.

- ¿Qué acciones recomendaría para llevar a cabo el proceso de evaluación en los cursos de Toxicología?

R/ Definitivamente si va a seguir virtual, disminuir la cantidad de trabajos, más que ahora se están implementando talleres, rotaciones, prácticas, porque se satura el estudiante, no aprende igual. La simulación me parece super bien. Si lo quieren evaluar por mapas mentales, infografías y demás, que hagan menos y que aumenten el porcentaje de cada uno, los exámenes está bien porque forza al estudiante a estar estudiando, a aprender. Podrían evaluar de ambas maneras.

- ¿Ha logrado identificar buenas prácticas en el aprendizaje de Toxicología en otras universidades internacionales y nacionales? ¿Cuáles sería y qué acciones son las que le llaman la atención?

R/ Siendo sincero, no he visto. He participado en varios congresos y demás pero métodos de aprendizaje no he experimentado.

- ¿Qué recomendaciones brindaría en caso de un escenario donde se busca actualizar el programa del curso de Toxicología?

R/ Modernizarlo, buscar lo que se tiene actualmente, por ejemplo con el COVID, han habido muchos casos de intoxicación con el cloro, actualizarlo con la demanda internacional, brindar ciertas tendencias más interesantes. Modificar bien la metodología para que el estudiante tenga más opción de aprender , disfrutar el curso y no mal gastarlo como un curso más.