

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**CARRERA DE FARMACIA**

**EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE LAS METODOLOGÍAS  
DE APRENDIZAJE DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
DE QUÍMICA ORGÁNICA I Y II DE LA CARRERA DE  
FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS, EN EL PERÍODO DE ENERO A AGOSTO, 2021**

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

**REBECA MEJÍAS VARGAS**

**TUTOR:**

**ADAM AMEY WILLIAMS**

**SEDE ARANJUEZ**

**AGOSTO, 2021**

## CONTENIDO

CAPÍTULO I: PROBLEMA .....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
OBJETIVOS .....	20
Objetivo General .....	20
Objetivos Específicos .....	20
JUSTIFICACIÓN .....	21
ANTECEDENTES .....	24
Antecedente Histórico .....	24
Antecedentes Internacionales .....	26
Antecedentes Nacionales .....	28
PROYECCIONES .....	30
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	31
Metodologías de aprendizaje .....	31
Estilos de Aprendizaje .....	32
Estrategias de aprendizaje .....	39
Metodologías activas de aprendizaje .....	43
Simulación clínica .....	45
Práctica de laboratorio .....	47
Uso en metodologías de enseñanza .....	49
Diseño de prácticas de laboratorio .....	50
Andragogía .....	54
Evaluación Diagnóstica .....	55
Rendimiento académico .....	58

Calidad educativa .....	61
Malla Curricular .....	63
Comparación de las mallas curriculares .....	65
Programas de estudio.....	65
Recursos didácticos .....	67
Área de Química Orgánica .....	71
Relación con la industria farmacéutica.....	72
Referentes Universitarios .....	73
Referente nacional .....	74
Universidad de Costa Rica .....	74
Trayectoria.....	74
Facultad de Farmacia.....	76
Enfoque en Química Orgánica .....	78
Modelos teóricos de aprendizaje .....	79
Referentes Internacionales.....	80
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) .....	80
Trayectoria.....	80
Facultad de Farmacia.....	81
Enfoque en Química Orgánica .....	83
Química Orgánica I .....	83
Modelos teóricos de aprendizaje .....	84
Universidad Complutense de Madrid (UCM) .....	86
Trayectoria.....	86
Facultad de Farmacia.....	87
Enfoque en Química Orgánica .....	89
Química Orgánica I .....	89
Química Orgánica II .....	90
Modelos teóricos de aprendizaje .....	90

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	92
Enfoque de la Investigación .....	92
Diseño de Investigación .....	93
Fuentes de Información .....	93
Muestra de la Investigación.....	95
Criterios de Inclusión .....	97
Criterios de Exclusión .....	97
Unidad de Análisis .....	97
Instrumentos .....	100
Proceso de Recolección y Análisis de Datos.....	104
Procedimiento de recolección de datos .....	104
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	105
Resultados de las Metodologías y Parámetros de Evaluación.....	105
Resultados del Análisis Comparativo entre Universidades.....	110
Resultados del Análisis Comparativo del contenido las prácticas de Química Orgánica I	
.....	111
Universidad de Costa Rica .....	111
Universidad Nacional Autónoma de México .....	118
Universidad Complutense de Madrid.....	123
Análisis de cierre de Química Orgánica I.....	128
Resultados del Análisis Comparativo del Contenido las Prácticas de Química Orgánica	
II .....	132
Universidad de Costa Rica .....	132
Universidad Nacional Autónoma de México .....	139
Universidad Complutense de Madrid.....	145
Análisis de cierre de Química Orgánica II .....	147

Resultados del Análisis Observacional .....	151
Resultados del Análisis Observacional en Química Orgánica I.....	152
Resultados del Análisis Observacional en Química Orgánica II.....	158
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	164
Conclusiones .....	164
Recomendaciones .....	166
REFERENCIAS .....	168
ÁPÉNDICE 177	
Instrumento de la investigación.....	177

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización de las categorías de la variable “estilos de aprendizaje” .....	34
Tabla 2. Variables académicas que influyen en el rendimiento académico .....	60
Tabla 3. Metodologías de enseñanza-aprendizaje de la UNAM .....	85
Tabla 4. Unidades de análisis .....	97
Tabla 5. Hoja de cotejo para la observación de campo no participante de los estudiantes de farmacia en el desempeño de laboratorio de Química Orgánica I .....	101
Tabla 6. Hoja de cotejo para la observación de campo no participante de los estudiantes de farmacia en el desempeño de laboratorio de Química Orgánica II .....	103
Tabla 7. Comparación de las Metodologías de Evaluación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) Respecto a la Universidad de Costa Rica (UCR) .....	105
Tabla 8. Comparación de las Metodologías de Evaluación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) .....	107
Tabla 9. Comparación de las Metodologías de Evaluación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) frente a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) .....	109
Tabla 10. Descripción del Curso de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad de Costa Rica (UCR) .....	111
Tabla 11. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas Respecto a la Universidad de Costa Rica.....	111
Tabla 12. Descripción del Curso de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) .....	118
Tabla 13. Comparación de las Prácticas de laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas Respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México	118

Tabla 14. Descripción del Curso de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y Universidad Complutense de Madrid (UCM).....	123
Tabla 15. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Complutense de Madrid.	124
Tabla 16. Descripción del Curso de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y Universidad de Costa Rica (UCR).....	132
Tabla 17. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas Respecto a la Universidad de Costa Rica.....	132
Tabla 18. Descripción del Curso de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).....	139
Tabla 19. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México	139
Tabla 20. Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica III de la Universidad Nacional Autónoma de México.....	144
Tabla 21. Descripción del Curso de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) frente a la Universidad Complutense de Madrid (UCM).....	145
Tabla 22. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Complutense de Madrid.	145
Tabla 23. Descripción de la Unidad en Análisis .....	177
Tabla 24. Desempeño de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica .....	177

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Procesos de Aprendizaje .....	31
Figura 2. Porcentajes de Pirámide de Aprendizaje.....	43
Figura 3. Pirámide de Dale.....	70
Figura 4. Aparato Mel Temp .....	113
Figura 5. Reacción de oxidación del mentol .....	117
Figura 6. Aparato de Fisher-Johns .....	120
Figura 7. Concordancia del Contenido de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad de Costa Rica (UCR) 128	
Figura 8. Concordancia del Contenido de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).....	129
Figura 9. Concordancia del Contenido de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) .....	131
Figura 10. Equipo de Destilación Fraccionada.....	134
Figura 11. Equipo de Destilación Simple .....	134
Figura 12. Equipo de reflujo.....	135
Figura 13. Síntesis de Ácido Benzoico.....	137
Figura 14. Síntesis del Ácido Acetilsalicílico .....	143
Figura 15. Síntesis de la Dibenzalacetona .....	143
Figura 16. Concordancia del contenido de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad de Costa Rica (UCR) 147	

Figura 17. Concordancia del contenido de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)..... 148

Figura 18. Concordancia del contenido de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) ..... 150

Figura 19. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 en la Práctica: “Separación de una Mezcla por Extracción” ... 152

Figura 20. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 2 en la Práctica: “Separación de una Mezcla por Extracción” ... 153

Figura 21. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Estereoquímica” ..... 154

Figura 22. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Purificación de un Sólido Orgánico por Cristalización” 154

Figura 23. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Destilación”..... 155

Figura 24. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Desarrollo de una Cromatografía en Capa Fina” 155

Figura 25. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Caracterización de Hidrocarburos” ..... 156

Figura 26. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Síntesis del p-Toluensulfonato de sodio” 158

Figura 27. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 en la Práctica: “Propiedades de los Aldehídos y Cetonas” .... 159

Figura 28. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 2 en la Práctica: “Propiedades de los Aldehídos y Cetonas” ....	159
Figura 29. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Síntesis de la Acetona” .....	160
Figura 30. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 en la Práctica: “Síntesis de Ésteres” .....	161
Figura 31. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 2 en la Práctica: “Síntesis de Ésteres” .....	161
Figura 32. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 en la Práctica: “Síntesis de la Aspirina” .....	162
Figura 33. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 2 en la Práctica: “Síntesis de la Aspirina” .....	163

## AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por su infinito amor, bondad y prosperidad para conmigo, por ser mi guía en este camino que hoy culmino. Sin Él no sería nada ni hubiera llegado hasta donde estoy. Gracias Dios por ser mi proveedor y darme las fuerzas todos los días para nunca rendirme. El Señor ha estado en todo momento, me ha guardado de todo mal y ha puesto su mano sobre mí; la luz que necesitaba para nunca perderme en el camino.

A mi papá, Rónald Mejías Esquivel. Gracias, papá, por apoyarme en todo momento, porque siempre has estado cuando más te necesito. Porque me amas infinitamente como yo a ti. Muchas gracias por aconsejarme, cuidarme y chinearme. De ti heredé mi carisma y entusiasmo para tomar de la mejor manera los golpes de la vida. Porque desde muy pequeña me has instruido en el mejor camino que es amar a Dios por sobre todas las cosas. Te amo mucho papi; le agradezco a Dios por darme el mejor papá del mundo, me siento muy afortunada de ser tu hija. Espero que Dios me permita seguir honrándote.

Agradezco infinitamente a mis hermanos, Cristofer Mejías Vargas y Moisés Mejías Vargas, por cuidarme, protegerme y estar para mí siempre. Por que me han demostrado que puedo contar con ellos en los mejores y peores momentos. Los amo con todo mi corazón, son mi mayor regalo y un pilar fundamental en mi vida.

A mis abuelos, Leticia Masís Pérez y Hernán Vargas Montoya, a quienes les debo la mitad de lo que soy y quienes han fundado en mí el don de ayudar y servir a los demás. Ellos han estado conmigo y para mí en todo momento de mi vida, incluyendo este proceso tan importante. Gracias por instruirme y guiarme por el mejor camino, por chinearme y cuidarme. Han hecho todo y más por mí. Son los mejores abuelos del mundo, los admiro y amo con todo mi corazón. Un agradecimiento especial a mi abuelita, porque siempre procuró que tuviera el corazón y la pancita llena, con su amor. Inolvidable el día que sacó un tarro lleno de monedas y me dijo “llevo tiempo guardando esto para que se ayude con los pasajes”; gracias por amarme como lo haces, sos única y especial.

Le doy gracias a Dios por las tías tan hermosas que tengo, por que sin duda alguna me dio las mejores:

A mi tía, Milca Vargas Masís, quien ha sido una segunda mamá para mí. Gracias por escucharme cuando necesité desahogarme; aconsejarme cuando me sentía pérdida; cuidarme y preocuparte por mí siempre. Has estado en los mejores y peores momentos, anuente siempre a apoyarme. Gracias porque en muchas ocasiones me regalaste de tu comida y me llevas y traes sin pedir nada a cambio. Has sido una parte fundamental en este proceso y en mi vida. Te amo infinitamente y le agradezco a Dios por tenerte en mi vida.

A mi tía, Keila Vargas Masís, por darme el mejor ejemplo de valentía; por cuidarme con tanto amor y enseñarme a bendecir a los demás, aún veces teniendo poco. Sos de las personas mas esforzadas que conozco y eso es un gran ejemplo para mí. Gracias porque nunca se me olvidan los grandes detalles que me has regalado; además de siempre hacerme sentir bella con esas manos tan carga. Sobre todo, gracias por darme a mis bebes más lindos, Dey y Jeu. Te amo tía de mi alma, eres luz en mi vida.

A mi tía, Cesia Vargas Masis, por siempre darme comidita camino a San José y por ser la mejor costurera, complaciendome siempre. Pero lo más importante, por amarme y cuidarme siempre. Sos la tía más linda, te amo mucho.

También le doy infinitas gracias a mis primas: Christie, Susan, Reychel y Michelle, por ser mis amigas, hermanas, confidentes y consejeras. Porque cuando mis ojos se llenaron de lágrimas ahí estaban con un fuerte abrazo y una noche de primas llena de una charla motivacional. Les agradezco porque me tendieron la mano una y otra vez cuando me sentí sin fuerzas para continuar. También han estado en los mejores momentos de mi vida, compartiendo a mi lado mis alegrías y triunfos. Las amo con todo mi corazón, son una parte demasiado importante de mi vida.

A mis amigas y amigo, Liena Marín, Ámbar Hernández, Liena Herrera, Leidy Venegas y Maikol Marín. Les agradezco por ser parte tan importante de este proceso que hoy culmino lleno de tanto apoyo y amor, gracias a ustedes. Es increíble poder contar con personas tan hermosas y especiales, quienes me han enseñado que la verdadera amistad sí existe. Son mis amigas y mi amigo de corazón y todos los días agradezco a Dios poder ser parte de sus vidas, como ustedes lo son de la mía. Gracias por orientarme cuando estoy pérdida y darme ánimos cuando estoy decaída, en fin, por estar siempre a mi lado. Los amo con todo mi corazón. Un agradecimiento especial a mi amiga Ámbar, por darme uno de los amores más lindos: mi bebé Antonella, que aunque ella no sepa, me alegra la vida.

A mi amiga, Diana Ramírez, por darme la oportunidad de crecer y transmitirme su conocimiento. Muchas de las cosas que hoy sé, se las debo a ella. Ha sido parte súper importante de este proceso. Gracias por creer y abogar por mí siempre. Sos una excelente amiga y le agradezco a Dios que te pusiera en mi camino.

A mis amigas de la Universidad: Nicole Dávila, Camila Vargas, Yohaidy Rojas y Paulina Zeledón, con quienes he forjado una amistad muy valiosa, llena de risas, momentos divertidos y no tan divertidos, así como historias. Gracias por su apoyo incondicional, por no dejarme sola en este proceso, por su interés continuo, por los consejos y motivación para culminar este proceso de la mejor manera; definitivamente, cuando se cuenta con amigas como ustedes todo es más sencillo y liviano. Siempre las llevaré en mi corazón.

También quiero agradecerle a Javier Morales Arguello, una persona que se ha ganado un lugar muy importante en mi vida. Quién me demuestra que siempre puedo contar con él. Gracias por apoyarme y animarme a través de este proceso y por supuesto, por creer en mí.

Finalmente, quiero darle las gracias a mi tutor y profesor, el Dr. Adam Amey Williams, por tomarse el arduo trabajo de transmitirme sus conocimientos; por guiarme cuando no sabía el rumbo que debía seguir en mi tesis y por aclarar todas mis dudas, siempre con la mejor actitud.

Es, además de un excelente tutor, el mejor profesor que he tenido, realmente un profesional de admirar. Infinitas gracias por el tiempo dedicado, a pesar de estar tan ocupado.

## DEDICATORIA

Este logro se lo dedico:

A mi mamá, Daxia Andrea Vargas Masís. Gracias por ser mi apoyo incondicional, por darme vida, por alimentar mi espíritu y creer en mí. Gracias por cuidarme y protegerme como tu tesoro máspreciado; por dedicarte a mí y mis hermanos en cuerpo y alma, procurando siempre darnos lo mejor. Nada le agradezco más a Dios como el hecho de que seas mi mamá; me honra poder llamarte así. Sos la mujer más carga e inteligente que conozco. Todo los días me das el mejor ejemplo al ver tu valentía para afrontar la vida, como una verdadera guerrera. Gracias por tomarme de la mano en cada momento difícil de mi vida, por secar mis lagrimas, arruyarme en tu pecho y decirme que todo va estar bien; es que a tu lado es difícil creer que algo va a salir mal, si sos capaz de lo que sea por mí. En serio, gracias y mil gracias, por enseñarme a nunca rendirme y dar una milla extra. Gracias por apoyarme en todos los sentidos, has sido pieza fundamental en este proceso; sin ti no lo hubiera logrado. Sos la persona más importante en mi vida, junto con Raquelita.

Gracias por existir, te admiro y amo con todas las fuerzas de mi corazón.

A mi hermana, Raquel Andrea Mejías Vargas, quien ha sido la persona más importante en esta y todas las etapas de mi vida, al darme siempre su apoyo incondicional y ser mi complemento. Gracias por ser mi compañera de vida y aventuras, mi amiga, mi confidente, mi complice, mi luz y paz en medio del caos. Dios fue demasiado bueno conmigo y me ama mucho al ponerte en mi vida y darme un ángel en la tierra; en serio, sos mi persona favorita, la más importante, con la que tengo un lazo indescriptible. Gracias por permitirme saber que siempre tengo un hombro en el cual apoyarme, por levantarme cuando estoy caída y llorar conmigo hasta secar mis lágrimas; por cuidar de mis inseguridades y defectos, por resaltar mis cualidad y hacerme sentir única. Gracias y mil gracias por escucharme, aconsejarme, guiarme, protegerme y sobre todo, por darme un amor tan puro e incondicional. Por último, gracias por siempre estar conmigo, hacerme reír y permitirme disfrutar por cada aventura. Cada momento contigo lo disfruto al máximo y es que no necesito nada más en esta vida cuando me das un abrazo. Sos la persona más importante de este proceso, sin duda alguna; siempre pendiente de mis trabajos y exámenes, quien me ayudó a salir de cada crisis y me dio las mejores palabras de aliento para no rendirme nunca. La que ha creído en mí y me motiva a ser mejor cada día.

Te amo con todas las fuerzas de mi alma y corazón.

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En las últimas décadas, se han presentado cambios en el ámbito educativo propiciados, en gran medida, por la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (métodos de transmitir información), así como, por las diferentes reformas educativas que han tratado de adaptar los procesos de enseñanza-aprendizaje a los nuevos tiempos. Esto ha venido acompañado de profundos cambios metodológicos en diversas etapas de enseñanza. En el esquema tradicional de enseñanza, los estudiantes son solamente receptores de la información transmitida por el docente, sin oportunidad de desempeñarse a través de otras metodologías. Esta idea tradicional está creando un nuevo pensamiento hacia la manera de enseñar, lo cual da paso a nuevos modelos en que los alumnos se convierten en los agentes principales sobre los que gira el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues ellos participan activamente en la adquisición de sus propios conocimientos y competencias (Vilches y Pérez, 2011, p. 73-79).

Aunque el aprendizaje cooperativo es una metodología cada vez más conocida, aún hay determinados ámbitos donde su implantación no está muy extendida. Este es el caso de las materias de ciencias experimentales, donde aún es habitual que la docencia se base en clases magistrales tradicionales, pese a que, desde tiempo atrás, diversos autores vienen advirtiendo que las calificaciones académicas no son una buena medida para el nivel de aprendizaje, lo cual puede llegar a ser una causa del fracaso en el proceso de aprendizaje. No obstante, se observa posteriormente, desde hace ya algunos años, estudios que investigan el rendimiento académico de los estudiantes en materias de ciencias experimentales (Vázquez y Manassero, 2000, p.36).

Ahora bien, el proceso educativo está basado en competencias, en un enfoque sistemático de conocer y desarrollar habilidades. Se describe como resultado de lo que el estudiante está capacitado para desempeñar o producir al finalizar una etapa. Esto se refiere a una experiencia práctica donde se enlazan los conocimientos para lograr un fin; por eso, es necesario que la

enseñanza oriente a la aplicación práctica de lo aprendido, en donde la planificación y los programas de estudio deben estar enmarcados en las necesidades de cada educando y que la educación sea de beneficio y provecho para el alumno. Las metodologías activas en el proceso de enseñanza aprendizaje son parte fundamental para el docente al momento de impartir las clases, pues la metodología es el punto de partida para conocer qué métodos, técnicas, estrategias y el tipo de evaluación, de acuerdo con las características psicosociales de los estudiantes y las necesidades de estos (Varela, Rodríguez, Álvarez & Álvarez, 2014, pp.27-36).

Asimismo, Pereira, Núñez y Naranjo (2017) indican que el proceso de aprendizaje conlleva la construcción de significados culturales; esta construcción debe ser apropiada desde la educación escolar, a través del papel mediador que le corresponde cumplir entre el estudiante y el conocimiento culturalmente organizado. En las tendencias constructivistas, posee mucho valor la construcción que cada alumno hace de su propio aprendizaje. En este sentido, deben estimularse estrategias y procedimientos individuales que permitan a los estudiantes aprender por sí mismos. De igual forma, se valora mucho la posibilidad que brinda el trabajo colectivo o grupal, de alcanzar aprendizajes efectivos, pues el compartir resulta de suma importancia para la construcción del conocimiento significativo (p.4).

Madrid, Arellano, Jara, Merino & Balocchi (2013) señalan que la interacción social entre compañeros propicia una situación muy adecuada para que se desarrolle el proceso de aprendizaje. Esta socialización permite compartir y desarrollar conocimientos, aptitudes, valores, competencias, entre otros. Según El Informe Regional Panorama Educativo de las Américas (Chile 2002) la composición demográfica es un factor importante en el diseño y aplicación de las políticas educativas. La población en edad de estudiar constituye la demanda del servicio educativo y por consiguiente, influye en la prevención de recursos financieros, humanos y materiales (p. 417).

En la educación superior se prepara a la persona para insertarse en el campo laboral; se forma el ser humano para que desarrolle sus capacidades adquiridas durante el proceso de enseñanza aprendizaje. No obstante, en la actualidad esta no es tan efectiva y representa únicamente un paso para salir del compromiso, pues la mayoría de personas que egresan de este

nivel no están preparadas suficientemente para desenvolverse en el campo laboral; por ello se frustran y se sienten incapaces, pues no se les ha formado adecuadamente o bien, carecen del hábito de estudio, con base en el conocimiento de los contenidos de los programas en cada asignatura, de acuerdo con el plan de estudio de su carrera ( Madrid et al, 2013, p.428).

Gerardo, Martínez y López (2015) señalan que la educación científica en el nuevo orden mundial, demanda de las sociedades contemporáneas la organización de los procesos de educación formal, para lograr que sus miembros se integren y participen en la construcción de la tradición científica-cultural donde se circunscriben. Ante los retos que suponen las tendencias mundiales a la globalización y las constantes transformaciones aparejadas, donde la ciencia y la tecnología se entrelazan para ofrecer opciones de solución a problemáticas comunes, se espera contar con una población capaz de enfrentar la vida con una actitud científica. Es decir, se debe contar con una sociedad científicamente competente. En tal sentido, se hace referencia a la ciencia y la tecnología como grandes empresas que tienen lugar en contextos específicos configurados de valores humanos que se reflejan y refractan en las instituciones culturales, políticas y económicas. Así, la enseñanza que se pretende debe ser específica, intencional y planificada, para facilitar que los individuos se apropien y elaboren con creatividad saberes o alternativas de solución a algunos problemas.

Se plantea entonces la siguiente pregunta:

¿Cómo son las metodologías de aprendizaje de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas con respecto a los referentes nacional e internacionales?

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Evaluar las metodologías de aprendizaje empleadas en los laboratorios de Química Orgánica I y II de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) para la determinación del estado de esta área, respecto a los referentes nacional e internacionales.

### Objetivos Específicos

1. Examinar las metodologías utilizadas en los laboratorios de Química Orgánica I y II por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), como referentes internacionales, y la Universidad de Costa Rica (UCR), como referente nacional, para establecer los parámetros de evaluación empleados.
2. Analizar las metodologías empleadas en las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad internacional de las Américas (UIA), mediante la recopilación de las prácticas de laboratorio.
3. Comparar las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de las Universidad internacional de las Américas (UIA) con las metodologías utilizadas por los referentes nacional e internacionales para el establecimiento de la cercanía de los diseños y el contenido de las prácticas.
4. Estudiar el desempeño de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas por medio de un análisis observacional no participativo.

## JUSTIFICACIÓN

La adquisición de habilidades y competencias es vital en los tiempos actuales, en donde el proceso de globalización económica y social implica que los alumnos actuales deban afrontar situaciones a nivel personal, social y profesional, significativamente diferentes a las vividas por generaciones previas. En este sentido, algunos autores enfatizan el denominado enfoque centrado en el alumno, que requiere un currículo integrado y un enfoque cooperativo en la práctica del aula (Guarro y Pallás, 2008).

En el marco de esta nueva perspectiva de educación científica, se haría indispensable entonces, presentar un currículo más enfocado en lo necesario para vivir en la nueva sociedad de la información y el conocimiento. No obstante, esto supone abandonar la visión de las ciencias y construir currículos más afines con la idea de la formación de conductas para la vida. Desde este punto de vista, el propósito es conseguir que los alumnos alcancen en su formación general una competencia científica básica. Como consecuencia de tales desafíos, a lo largo de la última década se ha aumentado la preocupación internacional por la búsqueda de nuevas formas de concebir el currículum, nuevos modos de entender los procesos de enseñanza y aprendizaje, como puede comprobarse en los múltiples documentos elaborados por la UNESCO y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (Varela, Rodríguez, Álvarez & Álvarez, 2014, pp.27-36).

Para implantar el currículo basado en competencias, resulta conveniente adoptar metodologías activas que supongan una manera innovadora de enseñar y un reto para aprender. Estas metodologías, por el contrario de memorizar, brindan destrezas y habilidades con el objeto de que se adquieran competencias útiles para su desarrollo personal y profesional. Entre estas metodologías activas el aprendizaje cooperativo ocupa un lugar destacado, dada su utilidad para el desarrollo de competencias básicas y específicas, así como por su efectividad a la hora de romper con tabúes vinculados a las relaciones interpersonales entre los estudiantes, lo cual favorece la educación inclusiva (Vázquez y Romero, 2012, p.3).

Es importante considerar, que las prácticas de laboratorio son trascendentales para lograr la construcción del conocimiento científico por parte de los estudiantes, estas prácticas tienen como beneficio aumentar el interés en ellos por aprender nuevas conceptualizaciones y acoger mejores ideas de las que ya tenía por su conocimiento teórico (Espinosa, González y Hernández, 2016, p.13).

Dichas prácticas, también sirven para comprobar hipótesis sobre temas y métodos científicos, para reconstruir modelos teóricos iniciales y para poner en práctica la teoría aprendida. Utilizar las prácticas de laboratorio para la construcción del conocimiento científico, puede fortalecer el desarrollo de habilidades cognitivas (la concentración, el discernimiento, destreza y en ocasiones trabajo en equipo). No obstante, contribuyen a su enriquecimiento para interpretar resultados, hasta llegar a un nivel cognitivo mayor (Espinosa, González y Hernández, 2016, p.13).

A continuación, se expondrán algunas de las **experiencias que hacen uso del aprendizaje cooperativo en enseñanzas universitarias**. En dichas enseñanzas, la renovación andragógica y la asimilación, por parte del alumno, de las metodologías activas, tienen incluso mayor importancia, pues las competencias adquiridas deberán ser puestas en práctica en su futuro desempeño profesional. En este sentido, la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), ha supuesto un auténtico revulsivo para la implementación de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje. Mediante el desarrollo de competencias se pretenden armonizar los estudios superiores y facilitar una movilidad que redunde en la mejora de los niveles de empleo y competitividad (Peña, Sánchez y Rubio, 2004).

Para ello, es necesario el desarrollo de competencias básicas y específicas que, en el caso de las materias de ciencias, incluye el ser capaz de trabajar en grupos multidisciplinares. Ello requiere que los profesionales de la educación reciban una formación continua e innoven en el aula para adaptarla a una nueva realidad social, donde la adquisición de competencias adquiere una gran relevancia. Uno de los aspectos clave para el éxito de la

metodología cooperativa radica en que esta fomenta la adquisición de competencias entre el alumnado, por lo que resulta primordial conformar grupos cooperativos adecuados y seleccionar y diseñar correctamente las actividades por desarrollar (Peña, Sánchez y Rubio, 2004).

Ahora bien, Pereira, Núñez y Naranjo (2017) muestran las virtudes del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, en el ámbito universitario y a la vez sugieren que los grupos cooperativos deben conformarse con base en la diversidad cognitiva de los alumnos. Por otro lado, varios estudios destacan la importancia de diseñar correctamente las actividades por desarrollar, así como la aplicación de dicha metodología haciendo uso de formatos innovadores.

Dentro de este orden de ideas, Yúfera (2020) menciona que la química orgánica es la ciencia que estudia las estructuras, reacciones y síntesis de los compuestos de carbono. Su campo de trabajo es fundamental para la comprensión de la vida y sus procesos, teniendo en cuenta materias útiles e importantes que el hombre fabrica como gasolina, fibras sintéticas, plásticos y resinas, fármacos y medicamentos (p.3).

Es importante mencionar que esta rama de la química brinda a la humanidad un mayor entendimiento de las dinámicas de la formación de la vida. La química orgánica tiene la posibilidad de fabricar medicamentos y de aprovechar las propiedades únicas de los compuestos orgánicos para diferentes procesos industriales. Existen diversos ejemplos cotidianos de procesos que involucran a la química orgánica, pero se destaca la creación de antibióticos específicos para ciertos tipos de bacteria (Yúfera, 2020, p.4).

El presente trabajo se enfoca en evaluar las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II, de la UIA, como estrategia didáctica que promueva en los estudiantes el logro de la construcción de conocimiento y el desarrollo de competencias científicas, para una mayor autonomía y participación por parte de los educandos, de modo que sean ellos quienes lleguen a proponer y ejecutar prácticas de laboratorio donde se aborden las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales del conocimiento.

A través de esta investigación se beneficiarán estudiantes de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, quienes realizan estas prácticas cuando cursan las materias de Química Orgánica I y II. Se proporcionan nuevos enfoques o perspectivas sobre las prácticas de laboratorio que actualmente realizan.

## ANTECEDENTES

### **Antecedente Histórico**

**Inicio de la Química Orgánica:** En el siglo XVII, se investigó la sustancia mineral y también el reino vegetal y animal. Este hallazgo comenzó mediante las experiencias de Lavoisier el año 1784, acerca de la combustión de metales (plomo y mercurio), lo cual permitió establecer que cada combustión va unida a una captación de oxígeno (Weininger y Stermitz, 1986).

Weininger y Stermitz (1986) citando a Scheele (1789), indican como otro hallazgo importante el análisis de los ácidos aislados de productos vegetales y animales, como los ácidos oxálicos, málico, tartárico, cítrico, láctico, úrico, así como los ácidos grasos obtenidos de las grasas o aceites. De este modo, se observó, una profunda similitud química de las sustancias orgánicas procedentes de las plantas y animales, otro comportamiento químico muy distinto del de las sustancias inorgánicas. Este conocimiento condujo, a largo del tiempo, a una contraposición cada vez mayor entre los compuestos orgánicos e inorgánicos.

También, Beyer y Walter, (1987) citando a Berzelius (1807), quien introdujo el término "Química Orgánica", comparó el organismo de las plantas y animales con una fibra química en la que los órganos aislados originaban las sustancias vitales puesto que en aquel tiempo solo se podían producir con estas sustancias, reacciones de degradación. Se supone que su formación únicamente era posible en los organismos vivos, a esto se le denomina vitalismo (pp.1-2).

Con el transcurso del tiempo se fueron sintetizando otras sustancias previamente aisladas de la naturaleza viva y también sustancias orgánicas, lo cual llevó a la creencia de que la

química orgánica era también accesible a través de una amplia gama de técnicas preparativas. A mediados del siglo XIX, sucesivas investigaciones establecieron como necesaria la presencia del carbono en toda sustancia orgánica (Beyer y Walter, 1987, pp.1-2).

Por otro lado, el químico alemán Friedrich Wöhler transformó al cianato de amonio, formado a partir de amoniaco y ácido ciánico, en urea simplemente al calentarlo en ausencia de oxígeno, de modo que la síntesis de Wohler constituyó la primera preparación de un compuesto típico de los organismos vivos a partir de la materia orgánica y Rouelle el encargado de aislar la urea de la orina como un importante producto del metabolismo (Morrison & Boyd, 1990).

La urea siempre había provenido de organismos vivos y se presumía que contenía la fuerza vital, aunque el cianato de amonio es inorgánico y por lo tanto carece de la fuerza vital. Varios químicos argumentaron que algún rastro de la fuerza vital de las manos de Wöhler seguramente había contaminado la reacción, pero la mayoría admitió la posibilidad de sintetizar compuestos orgánicos a partir de inorgánicos. Se realizaron muchas otras síntesis y al final se descartó la teoría de la fuerza vital. Como a principios del siglo XIX se refutó el vitalismo, al persistir hoy en día en las mentes de aquellos que creen que las vitaminas, compuestos saborizantes, etcétera, “naturales” (derivados de las plantas) son, de cierta manera, diferentes y más saludables que los compuestos idénticos “artificiales” (sintetizados) (Morrison & Boyd, 1990).

**Química orgánica moderna:** En la química orgánica actual se explora aun el área que intrigó a sus primeros investigadores, la química de los sistemas vivientes. Numerosas investigaciones efectuadas a lo largo de los siglos XIX y XX, establecieron que la mayor parte de los compuestos biológicamente activos son orgánicos. La impactante complejidad química de los sistemas vivientes creó frustración en los primeros esfuerzos por comprender la base molecular de las funciones biológicas. Pero a medida que se empezó a descubrir, era más probable que las reacciones químicas con lugar en las células fueran similares a las que transcurren en condiciones de laboratorio. En la química orgánica de tubo de ensayo y en las transformaciones moleculares de un sistema biológico intervienen principios idénticos (Tonsetuv y Mendurzi, 1998, p.9).

La definición moderna de química orgánica es la química de los compuestos del carbono. ¿Qué tiene de especial el carbono que toda una rama de la química se dedica a estudiar sus compuestos? A diferencia de la mayoría de los otros elementos, el carbono forma enlaces fuertes con otros átomos de carbono y con una amplia variedad de elementos. Se pueden generar cadenas y anillos de átomos de carbono para formar una variedad infinita de moléculas, y es esta diversidad de compuestos del carbono la que representa la base de la vida en la tierra. Los seres vivos están formados principalmente de compuestos orgánicos complejos, los cuales se ocupan de las funciones estructurales, químicas o genéticas (McMurry, Mondragón & Pozo, 2008).

El término “orgánico” significa literalmente “derivado de los organismos vivos”. En un principio, la ciencia de la química orgánica se encargaba del estudio de los compuestos extraídos de organismos vivos y de sus productos naturales. Compuestos como el azúcar, urea, almidón, ceras y aceites vegetales se consideraban “orgánicos”, y la gente aceptaba el vitalismo, la creencia de que los productos naturales necesitaban una “fuerza vital” para producirlos. La química orgánica estudiaba entonces a los compuestos que tenían una fuerza vital, mientras que la química inorgánica estudiaba los gases, las piedras, los minerales y los compuestos que podían generarse a partir de ellos. En el siglo XIX, ciertos experimentos mostraron que los compuestos orgánicos podían sintetizarse a partir de compuestos inorgánicos (McMurry, Mondragón & Pozo, 2008).

### **Antecedentes Internacionales**

Zúñiga, Leitón, & Naranjo de la Universidad Cadíz (2014), realizaron un estudio llamado “Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica”, el cual tuvo como objetivo evaluar el nivel de desarrollo de las competencias científicas alcanzado por los estudiantes. Para ello, se construyó un cuestionario, relacionado con tópicos de la ciencia y se le solicitó manifestaran si se encontraban “muy”, “algo”, “poco” o “nada” interesados en ampliar sus conocimientos respecto a estos aspectos, la elección de los estudiantes se realizó bajo muestreo no probabilístico deliberado. Abarcó un total de 560 estudiantes, divididos en dos grupos de 280 alumnos por cada país. Si se

compara los resultados obtenidos entre ambos países, se observa que existe mayor desarrollo de estas tres capacidades en la población estudiantil argentina respecto a la costarricense. Si se aborda el análisis por capacidad, es posible exponer que a los estudiantes argentinos se les facilitó más que a los costarricenses, hacer uso del conocimiento de la ciencia para dar explicaciones.

Gerardo, Martínez y López (2015), realizan un estudio llamado: “La eficiencia del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de la química en el nivel medio superior” en la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Consistía en un diseño de tipo cuasiexperimental, con una muestra de 40 estudiantes de la materia de Química I; se trabajó con dos grupos: grupo experimental (19 alumnos) con el método de aprendizaje cooperativo y un grupo control (21 alumnos) con el método tradicional. Para medir el efecto del tratamiento (estrategias cooperativas) se compararon tres exámenes parciales aplicados a ambos grupos durante el semestre; el resultado fue un incremento significativo en el rendimiento escolar del grupo experimental, pues el método influye positivamente en el aprendizaje de los estudiantes.

Espinosa, González y Hernández (2016), de la Universidad del Valle en Colombia, realizan su artículo “Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar”, con un enfoque metodológico cualitativo y una muestra de estudio de ocho estudiantes, escogidos aleatoriamente. Se hizo un test para identificar las ideas previas de los estudiantes, se crearon guías y prácticas de laboratorio, que fueron aplicadas. Su principal hallazgo fue demostrado durante las prácticas, donde la motivación y el interés en el proceso eran mayores en los estudiantes. Los resultados del postest fueron significativos, se logró fortalecer en los educandos las destrezas y la comprensión de los conceptos relacionados con la temática de reacciones químicas. De la investigación se puede concluir que las prácticas de laboratorio, concebidas como una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas, permitieron el desarrollo de algunas habilidades científicas y un aprendizaje más significativo en los estudiantes, respecto de los conceptos asociados con la temática.

Pereira, Núñez y Naranjo (2017) de la Universidad de Granada, exponen su artículo “La diversidad cognitiva como criterio de selección de equipos de aprendizaje cooperativo” con un enfoque cualitativo y una muestra de 16 estudiantes universitarios, cuyas edades oscilan entre los

19 y 31 años, pertenecientes al tercer año del profesorado en química de una Universidad estatal. Como material didáctico para la aplicación del Modelo de Aprendizaje Cooperativo, se utilizó una guía con actividades, bibliografía e información que facilitara la recolección de datos de los estudiantes. Se eligió el contenido de disolución de la vitamina C. Se presentan resultados obtenidos con equipos homogéneos y heterogéneos conformados con distinto criterio. Los resultados alcanzados muestran que la heterogeneidad cognitiva puede ser utilizada como un criterio válido para la formación de equipos cooperativos.

En la Universidad de Murcia, España, en un artículo realizado por Valverde y Navarro (2018), “Evaluación de experiencias de aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales” se menciona que el enfoque del estudio es cualitativo, con una muestra de 28 estudiantes, de manera aleatoria, nivel universitario. Se obtuvo como resultado: 28 de los estudiantes se acoplaron favorablemente a las experiencias implementadas en dicha metodología por parte de docentes de materias relacionadas con las ciencias experimentales y, por otro, los docentes de estas áreas conocieron las ventajas y oportunidades que dicha metodología activa. Dicha investigación concluye que el aprendizaje cooperativo es una metodología adecuada para la enseñanza de las ciencias experimentales, pues favorece la adquisición de competencias y mejora el rendimiento académico de los estudiantes, independientemente de la materia en cuestión.

### **Antecedentes Nacionales**

Cabrera (2014) realizó un artículo denominado “Estilos de aprendizaje en estudiantes de la Escuela de Ciencias Humanas y Calidad de Vida” de la Universidad Nacional en Costa Rica. El diseño de esta investigación es descriptivo, correlativo y de tipo transversal, cuyo propósito fue determinar el estilo de aprendizaje de estudiantes de educación superior de la Escuela Ciencias Humanas y calidad de vida, de la Universidad Nacional. Participaron 204 estudiantes entre mujeres y hombres, quienes respondieron el cuestionario de Horney-Alonso. Los resultados obtenidos muestran, en términos generales, que el estudiantado tiende a poseer un estilo de aprendizaje reflexivo, caracterizado por discentes receptivos, analíticos y observadores. Se concluye que la evaluación de los estilos de aprendizaje es un proceso enriquecedor, útil como

insumo al cuerpo docente para desarrollar estrategias metodológicas que faciliten el aprendizaje de cada estudiante, con abordaje individual del proceso de enseñanza.

Salas (2015) realiza un artículo denominado: “Aprender haciendo: Uso de una estrategia didáctica en un curso avanzado de la carrera de Farmacia de la Universidad de Costa Rica”. Este estudio se realizó con un enfoque constructivista, su objetivo radica en promover el aprendizaje por medio de estrategias de aspectos básicos de prevención de la enfermedad y promoción de la salud, con lo cual se esperaba tuviera un beneficio en su futuro desempeño como profesionales en salud. Consta de 52 estudiantes; se evaluó con las respuestas a unos cuestionarios en línea al dar su propia percepción de la implementación de la estrategia. Se concluye que el uso de estrategias didácticas en los estudiantes permite vincularlos con la realidad y retarlos a ser miembros activos en la resolución de necesidades específicas, como un elemento por considerar en su formación como futuros profesionales en salud.

García, Barrantes, Ureña & Mora (2015) realizaron una investigación titulada “Relación entre estilo de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de farmacia de la Universidad de Costa Rica”, cuyo objetivo es establecer la relación entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes que cursaron el V año de la carrera de licenciatura en Farmacia de la Universidad de Costa Rica, durante los años 2011 a 2013; en total se incluyeron a 125 estudiantes. Se les aplicó el Cuestionario de Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje, por lo que se pueden apreciar cuatro tipos: 1. Activo 2. Teórico 3. Reflexivo 4. Pragmático. Como resultado, en relación con el promedio global, no existen diferencias entre los estilos. Los estudiantes no presentan un estilo de aprendizaje puro, sino una combinación de dos o más de estos, lo cual favorece el proceso de aprendizaje al tener más herramientas de adaptación a los requerimientos de los profesores, los cursos y la carrera. Sin embargo, los estilos activo y pragmático fueron los más destacados.

Alvarado, Delgado & Barrantes (2017) realizan el estudio: “Diseño de situaciones educativas innovadoras como estrategia didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje”, en la Universidad de Costa Rica (UCR). Se busca la implementación del seminario-taller teórico-práctico, con el objetivo de capacitar al público meta en el desarrollo de estrategias

didácticas, para el diseño de situaciones educativas innovadoras que promuevan de manera efectiva la construcción de conocimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El público meta fue la comunidad universitaria de la Universidad de Costa Rica y representantes de la comunidad local del Cantón de Pococí, con una participación de 24 personas, con un enfoque del diseño descriptivo. Como resultado, se destaca que la totalidad del público participante implementaría las estrategias didácticas de enseñanza-aprendizaje, con el propósito de mejorar y transformar, no solo los procesos, sino también las estrategias educativas que utilizan actualmente.

Garita, Villalobos, Cordero & Cabrera (2021) realizaron en la Universidad Nacional de Costa Rica un estudio titulado “Referentes internacionales para el rediseño de un plan de estudios: competencias para una carrera en Informática”. El objetivo de esta investigación fue identificar y contrastar referentes internacionales en busca de estándares de calidad para la definición de los principales componentes de una carrera de formación superior en Computación. Su enfoque fue metodológico cualitativo y descriptivo; el tipo de investigación consistió en un estudio de caso, donde se usó como herramienta la esquematización de experiencias e inició con un equipo de 21 académicos universitarios. Uno de los resultados principales fue la construcción de una base consensuada de competencias profesionales formativas del grado de bachillerato con una base troncal en Computación y el énfasis en Sistemas de Información. Se concluye que los componentes diseñados contemplan los criterios técnicos internacionales y, en especial, el perfil de salida que se puntualizó considera las competencias técnicas, técnicas del énfasis y las transversales.

## **PROYECCIONES**

A través de este proyecto se busca, con base en los manuales de laboratorio de Química Orgánica I y II de la carrera de Farmacia de la UIA, dar un nuevo enfoque y diseño de estos, e innovar las prácticas al realizar la respectiva evaluación con otras universidades como referentes.

Se estudiará la información luego de recopilar las prácticas de laboratorio de estas universidades, para conocer el estado actual en contenido y en enfoque de dichas prácticas.

Con los datos obtenidos por la evaluación, se pretende actualizar y aumentar el conocimiento de los estudiantes a través de metodologías de aprendizajes del laboratorio de Química Orgánica I y II, para la adquisición de habilidades y competencias.

Además, exponer los logros a las respectivas autoridades de la Universidad Internacional de las Américas, para realizar los cambios pertinentes.

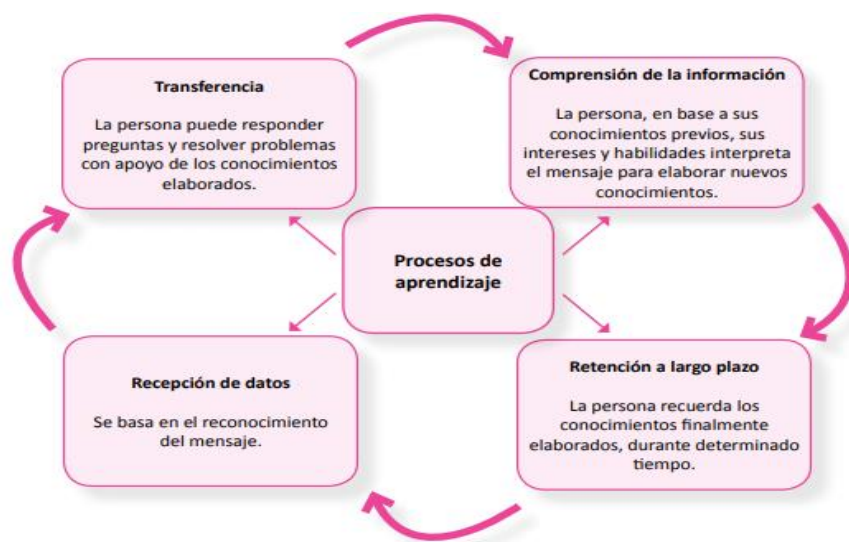
## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **Metodologías de aprendizaje**

El aprendizaje se define como “el proceso por el cual las personas adquieren cambios en su comportamiento, mejoran sus actuaciones, reorganizan su pensamiento o descubren nuevas maneras de comportamiento y nuevos conceptos e información”. Es decir, el aprendizaje es la forma como los individuos asumen un determinado conocimiento o información y este puede ser desarrollado de manera diferente por diferentes grupos sociales (estudiantes, comunidad, maestros). El aprendizaje puede cambiar de acuerdo con las personas y el contenido; algunas aprenden más en la práctica, otras son más empíricas y las hay que aprenden con los conceptos y las abstracciones (Alonso, 2010).

El aprendizaje se da por medio de procesos, actividades realizadas por los(as) estudiantes para alcanzar sus logros, los cuales evidencian cuán competentes son para resolver los problemas de la vida cotidiana. Se realizan varios procesos de conocimiento cuando una persona se dispone a aprender. Entre estos procesos se pueden mencionar los siguientes: recepción de datos, transferencia, comprensión de la información y retención a largo plazo (Alonso, 2010).

### **Figura 1. Procesos de Aprendizaje**



Alonso (2010)

## Estilos de Aprendizaje

Cálciz (2011) menciona que los estilos de aprendizaje se refieren a “rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que determinarán la forma en que los estudiantes perciben, interaccionan y responden a un ambiente de aprendizaje” en otras palabras, se podría decir que son estrategias preferidas por los estudiantes y se relacionan con formas de recopilar, interpretar, organizar y pensar sobre la nueva información (p.11).

El estilo de aprendizaje consiste en ver cómo nuestra mente procesa la información o cómo es influida por las percepciones de cada persona, para guiarnos y poder alcanzar aprendizajes eficaces y significativos. Por ejemplo, cuando se aprende un nuevo concepto, algunos estudiantes se centran en los detalles, otros en los aspectos lógicos, otros prefieren hacerlo leyendo o llevándolos a la práctica a través de actividades. Por ello, es necesario planificar actividades ajustadas a los estilos de aprendizaje de los participantes de manera que sean más receptivos (Cálciz, 2011, p.11).

Es importante establecer que los estilos de aprendizaje no son estables, es decir, pueden sufrir modificaciones a lo largo del tiempo, de manera que en su proceso de aprendizaje los estudiantes van descubriendo cuál es su mejor forma de aprender, dependiendo de condiciones tales como las circunstancias, contextos o tiempos de aprendizaje (Cálciz, 2011, p.11).

En los procesos de enseñanza y aprendizaje actuales, cada día surgen nuevas tendencias apoyadas en herramientas tecnológicas y medios informáticos, que son de gran utilidad en la difusión y proceso de información, y por tanto, en los procesos de formación. Dichas tecnologías presentan nuevas formas de aprender que ayudan a ofrecer una educación personalizada y de calidad. Saber los tipos de aprendizaje existentes puede servir para orientar a los docentes en su forma de enseñar, de personalizar cada proceso, adaptado a las necesidades e inclinaciones del alumnado. Por otra parte, también es útil para los estudiantes que quieran conocer mejor su perfil y adoptar nuevas técnicas de estudio (Alonso, 2010).

Conocer cuál es nuestro tipo más recurrente nos permite generar destrezas necesarias para aprender de forma efectiva ante cualquier situación o conocimiento, e implementar en el proceso las tecnologías de la información para sacar el máximo provecho de cada aprendizaje, así como incrementar la participación (Alonso, 2010).

Existen diferentes clasificaciones en relación con los estilos de aprendizaje; por un lado se encuentran los descritos por Honey y Mumford (2019):

1. **Activista:** Los estudiantes con predominancia en el estilo activo se implican plenamente en nuevas experiencias. Crecen ante los desafíos y se aburren con largos plazos. Son personas que gustan de trabajar en grupo y se involucran activamente.
2. **Reflexivo:** Los estudiantes con un estilo de aprendizaje predominantemente reflexivo también aprenden con las nuevas experiencias; sin embargo, no les gusta implicarse directamente en ellas. Reúnen la información y la analizan con tranquilidad antes de llegar a una conclusión. Observan y escuchan a los demás, pero no intervienen hasta que se han adueñado de la situación.

3. Teórico: Este tipo de estudiante aprende mejor cuando la información se le presenta como parte de un sistema, modelo, teoría o concepto. Les gusta analizar y sintetizar; si la información es lógica, es buena.
4. Pragmático: Su forma de acceder a la información es mediante la aplicación práctica de las ideas. Tienden a ser estudiantes impacientes cuando hay alguien que teoriza en exceso.

**Tabla 1. Caracterización de las categorías de la variable “estilos de aprendizaje”**

CATEGORIAS	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	OTRAS CARACTERÍSTICAS
ACTIVO	Animador Improvisador Descubridor Arriesgado Espontáneo	Creativo, novedoso, aventurero, renovador, inventor, vital generador de ideas, vividor de la experiencia, protagonista, innovador, conversador, líder, voluntarioso, participativo.
REFLEXIVO	Ponderado Conciencioso Receptivo Analítico Exhaustivo	Observador, recopilador, paciente, cuidadoso. elaborador de argumentos, previsor de alternativas, estudioso de comportamientos, registrador de datos, investigador
TEÓRICO	Metódico Lógico Objetivo Crítico Estructurado	Disciplinado, planificado, sistémico, ordenado, sintético, razonador, pensador, relacionador, perfeccionista, generalizador, buscador de hipótesis, buscador de teorías, explorador.
PRAGMÁTICO	Experimentador Práctico Directo Eficaz Realista	Técnico, útil, rápido, decidido, planificador, positivo, concreto, objetivo, claro, seguro de sí, organizador, solucionador de problemas, planificador de acciones.

Fuente: Alonso (2010).

Por otro lado, García (2018) menciona 13 tipos de estilos de aprendizaje, incluyendo:

1. Aprendizaje implícito
2. Aprendizaje explícito
3. Aprendizaje asociativo
4. Aprendizaje no asociativo
5. Aprendizaje significativo
6. Aprendizaje cooperativo
7. Aprendizaje emocional

8. Aprendizaje observacional o shadowing
9. Aprendizaje experiencial
10. Aprendizaje por descubrimiento
11. Aprendizaje memorístico
12. Aprendizaje receptivo
13. Aprendizaje colaborativo.

Por el enfoque de esta investigación se tomó en cuenta solamente el aprendizaje cooperativo, aprendizaje observacional, aprendizaje experimental, aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje colaborativo indicado en la lista con los números 6, 8, 9, 10 y 13, respectivamente.

En primer lugar, dentro de los tipos de aprendizaje se observa el cooperativo, esta estrategia se basa en el trabajo en equipo y se caracteriza porque cada integrante aporte información y esfuerzo de manera equitativa. Además, desarrolla habilidades de trabajo basadas en el uso eficiente de la comunicación, requiere de la escucha activa y de la demostración de respeto al hablar para intercambiar y sintetizar ideas. Este método de aprendizaje da solución de problemas, aumenta la autoestima, la aceptación y la valoración de las diferencias. También, estimula actitudes positivas hacia los(as) participantes. Se cuenta también como una metodología activa de aprendizaje (Alonso, 2010).

Según menciona Alonso (2010), el aprendizaje cooperativo se utiliza para:

- Apoyarse entre los participantes de los grupos de aprendizaje para llegar a las metas trazadas.
- Estimular actitudes positivas o frenar actitudes negativas de los participantes en el desarrollo del tema.
- Fomentar el aprendizaje y apoyo mutuo.
- Favorecer la interdependencia positiva.
- Facilitar el trabajo grupal en relación con la organización y su funcionamiento.

Por consiguiente, existe una serie de ventajas del aprendizaje cooperativo, donde hay evidencia de la práctica y la validación de los estudios realizados por los estudiantes, también, este es una metodología que aporta una mejora significativa del aprendizaje de todos los alumnos implicados en él en términos de motivación por la tarea, actitudes de implicación y de iniciativa, calidad del trabajo realizado, grado de dominio de procedimientos y conceptos, relación social en el aprendizaje (Alonso, 2010).

En segundo lugar, el aprendizaje observacional contribuye en la descripción del proceso por el cual se produce. Es la “contemplación de conductas de otros seres vivos, así como de las consecuencias de estas, es decir, de su contingencia con la aparición de refuerzos y castigos”. La observación también es una forma de aprendizaje, indicada para los individuos más visuales. Este tipo se basa en una situación modelo donde participa una persona que realiza una acción y da el ejemplo a otra, que observa y aprende en el proceso (Burrhus, Skinner, Rotter y Albert, 2010).

Hay cuatro estadios para este proceso; atención, es la función cognitiva que permite percibir y comprender los sucesos ocurridos a nuestro alrededor. Retención, esta etapa del aprendizaje observacional que hace referencia a la memorización del comportamiento observado. Reproducción es la ejecución de la conducta que se había memorizado; se puede conceptualizar este proceso como la creación de un esquema de actuación. Y por último; motivación, a pesar de que se haya aprendido perfectamente una conducta, es muy improbable que se ejecute si no se cuenta con incentivos para hacerlo. Así, la ejecución de la conducta depende, sobre todo, de la expectativa de reforzamiento (Burrhus, Skinner, Rotter y Albert, 2010).

En tercer lugar, se encuentra el aprendizaje experimental, el cual se define como la generación de una teoría de acción a partir de la propia experiencia, continuamente modificada para mejorar su eficacia “los aprendices viven una situación o suceso y aprenden a través de ella, mediante ensayo y error, guiándose por su percepción sobre lo sucedido y una reflexión sobre la actitud tomada”. Este proceso de aprendizaje requiere definir una acción basada en una teoría causa – efecto, evaluar o juzgar el resultado o consecuencia de dicha acción, reflexionar sobre el

grado de efectividad de las acciones e implementar acciones con base en la reformulación (Alonso, 2010).

En el aprendizaje experimental se tiene una serie de ventajas que se pueden sintetizarse de esta forma:

- La educación experiencial permite un espacio de crecimiento personal a partir del conocimiento de sí mismo, pues se encuentra inmerso en los procesos de la toma de conciencia desde la reflexión constante.
- Es un método que permite una interacción permanente entre la acción y la reflexión, lo cual favorece la posibilidad de generar cambios positivos de un punto de vista tanto individual como colectivo.
- Mejora la estructura cognitiva del estudiante.
- Ayuda a modificar las actitudes, valores, percepciones y patrones de conducta de los alumnos.
- Permite ampliar las posibilidades de construir conocimientos valorando la sabiduría propia y la de los demás.
- Ayuda a que las personas estén en un mismo nivel, que haya equidad.
- El contexto de grupo permite un enriquecimiento acelerado del aprendizaje.
- Permite aprender a partir de la experiencia vivida y la reflexión, más que de la teoría o acumulación de información, lo cual hace que el aprendizaje sea más sencillo.
- Se trabaja simultáneamente, lo personal, interpersonal y el trabajo en equipo.
- A nivel personal, facilita el incremento de liderazgo, el compromiso, la toma de decisiones y riesgos y la adquisición de una mayor confianza y autoestima.
- A nivel interpersonal, facilita el proceso de integración para que pueda haber un mejoramiento en el trabajo en equipo, creando un ambiente de grupo sano y productivo.

En cuarto lugar, el aprendizaje por descubrimiento, también conocido como el aprendizaje activo, en donde las personas que aprenden participando de manera constante, interactúan con quien les enseña y se cuestionan, buscan información, relacionan las nuevas ideas con conceptos ya aprendidos y organizan cada idea de acuerdo con su mundo (Bruner, 2011).

El aprendizaje por descubrimiento consiste en un método de enseñanza que tiene en su centro al alumno, con lo que parte de un modelo de educación más constructivista. En él son los estudiantes quienes, a través de investigaciones y resoluciones de problemas, logran el aprendizaje final que se espera obtengan con su trabajo. Esta pedagogía se encuentra entre las herramientas integrales y motivadoras que los profesores deben emplear para lograr un proceso de enseñanza y aprendizaje que parta de los propios alumnos y sus intereses, con adaptación a sus propias necesidades y potenciación de su desarrollo (Bruner, 2011).

Es una metodología en la cual se pretende que el alumno relacione conceptos, busque los conocimientos y asimile esa información, incorporándola de ese modo a sus aprendizajes previos. Con todo ello, el estudiante creará las herramientas necesarias para ir construyendo sus propios conocimientos. El maestro se convierte, por tanto, en un guía durante el desarrollo del estudiante, orientándolo en el proceso de búsqueda de resolución de los problemas y temas planteados (Bruner, 2011).

Y por último, el aprendizaje colaborativo, es similar al cooperativo, con la diferencia del grado de libertad que tienen los aprendices en el proceso. Mientras en el aprendizaje cooperativo los estudiantes eligen el tema, en el colaborativo el tema es dado por el docente a cargo y los jóvenes eligen su propia metodología (Rue, 2015).

El aprendizaje colaborativo es el enfoque educativo que, por medio de grupos, busca mejorar el aprendizaje a través del trabajo conjunto. Grupos de dos o más alumnos trabajan juntos para resolver problemas, completar tareas o aprender nuevos conceptos. Este enfoque involucra activamente los alumnos para que procesen y sintetizen información y conceptos, en lugar de atender memorización de hechos y cifras. Los alumnos trabajan entre ellos en proyectos, donde deben colaborar grupalmente para comprender los conceptos que se les presenten (Rue, 2015).

Rue (2015) indica que en este aprendizaje, al defender sus posturas, reformular ideas, escuchar diferentes puntos de vista y articular los suyos, las alumnas obtendrán una comprensión

más completa como grupo que como individuos. Este aprendizaje es cada vez más usado en centros docentes. Se centra en potenciar las capacidades de cada estudiante a partir del intercambio de conocimiento entre pares. Es decir, que trabajando de forma colectiva, cada estudiante logre destacar por sus propias habilidades individuales:

- Desarrolla el sentido de la responsabilidad.
- Facilita la adaptación al trabajo en equipo.
- Permite desarrollar habilidades de liderazgo.
- Mejora la comunicación entre estudiantes.
- Genera compromiso con lo que se aprende.
- Mejora la autoestima de los estudiantes y fomenta su independencia.
- Involucra por igual a todos los alumnos.
- Fomenta la competencia (Rue, 2015).

### **Estrategias de aprendizaje**

Las estrategias de aprendizaje son concebidas desde diferentes visiones. En el campo educativo han sido muchas las definiciones que se han propuesto para explicar este concepto. Sin embargo, el concepto más claro y actualizado lo menciona Salas (2015). “Las estrategias de aprendizaje son secuencias de procedimientos o planes orientados hacia una meta de aprendizaje”. Es decir, son una guía flexible para alcanzar objetivos propuestos para el proceso de aprendizaje. A pesar de que hay una gran variedad de definiciones, todas tienen en común los siguientes aspectos:

- Son procedimientos.
- Pueden incluir varias técnicas o actividades específicas.
- Persiguen un propósito determinado: el aprendizaje y la solución de problemas académicos.
- Son más que los "hábitos de estudio" porque se realizan flexiblemente.
- Pueden ser públicas o privadas.

Estas estrategias de aprendizaje buscan tener una mejor asimilación de la información al consistir en afectar la forma como se selecciona, adquiere, organiza o integra el nuevo conocimiento o, incluso, la modificación del estado afectivo o motivacional del aprendiz, para que este aprenda con mayor eficacia los contenidos que se le presentan (Salas, 2015, p.105).

En la siguiente lista se encuentran las mejores estrategias de aprendizaje científicamente comprobadas por varios profesionales, enfocadas al objetivo de esta investigación, por lo que se tomará en cuenta, según Romero, Mora, Gaucho y Noguera (2018, pp. 23-27), lo siguiente:

1. **Asociación:** Ayudan sobre todo con contenidos nuevos y complejos, pues se pueden vincular mentalmente a otros contenidos más conocidos. En este caso funciona muy bien al asociar contenidos a pinturas, fotos, paisajes, experiencias de vida, poesías, entre otros.
2. **Práctica:** Aprender haciendo las cosas es una estrategia ideal para quien aprende más en lo concreto. Pero puede ser aplicada para varios contenidos. Aquí se toma como ejemplo las prácticas de laboratorio en diferentes materias.
3. **Cooperación:** La cooperación en las estrategias de aprendizaje se refiere al aprendizaje colaborativo, en donde dos personas o más comentan y se ayudan con los contenidos. Esto sirve para abordar temas o contenidos que las dos personas manejen o que las dos personas estén estudiando. De esa forma, uno puede aclarar las dudas con el otro.
4. **Competencia:** El aprendizaje colaborativo, como estrategia de aprendizaje, puede llevarse a cabo haciendo uso del instinto competitivo de muchas personas. Pero funciona mejor con las personas naturalmente más competitivas. Ofrecer algún premio y colocar a dos personas o grupos a competir por alcanzar algún conocimiento y ponerlo a prueba puede ser una excelente estrategia para lograr un aprendizaje rápido.
5. **Instrucciones:** Dar instrucciones y seguirlas es una tarea tan cotidiana y obvia que muchas veces no se piensa como una estrategia de aprendizaje. Pero muchas veces, no seguir las instrucciones puede hacer que se aventuren por caminos más complicados y no se llegue a

ningún lugar. Hacer énfasis en seguir y dar instrucciones puede ser una excelente estrategia de aprendizaje.

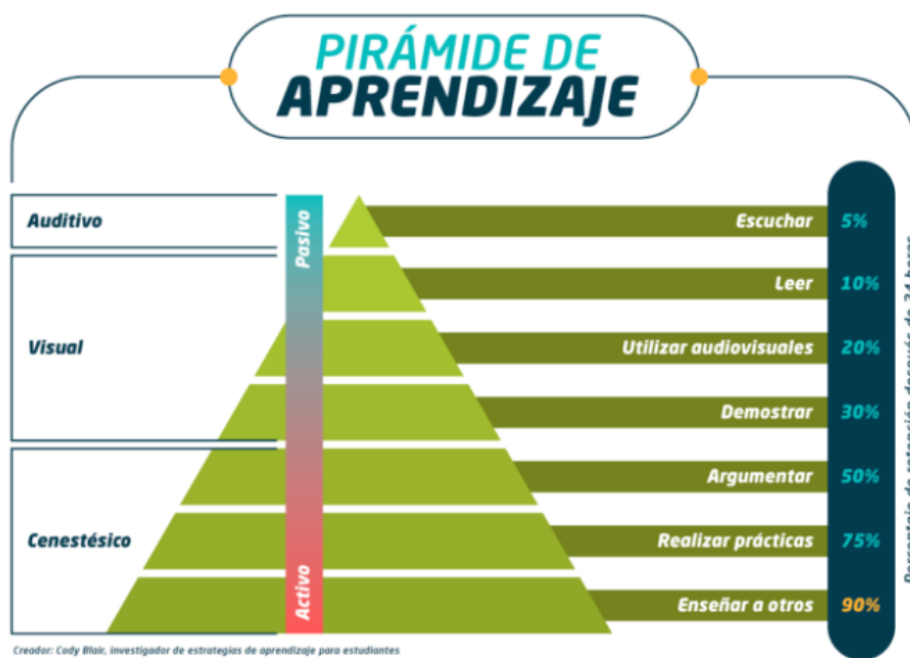
6. Repetición: La repetición muchas veces entra en las estrategias de aprendizaje de memoria, porque puede ser una estrategia de mnemotecnia. De cualquier forma, repetir constantemente una frase, un poema o el contenido por aprender, facilita la memorización del contenido.
7. Revisión: Las estrategias de aprendizaje por revisión también pueden entenderse a partir de las evaluaciones. Parece paradójico, pero las evaluaciones deberían poder ser oportunidades de aprendizaje y ese es el reto para muchos profesores y alumnos. Hacer una revisión completa del contenido que se debe aprender, ya sea para presentar un examen, hacer un test o no, ayuda a afianzar los conocimientos y asegura el aprendizaje. Esta estrategia de aprendizaje amerita preparación y puede ser usada dentro de la gamificación de la educación.
8. Ensayo: Los ensayos son formas de desarrollar, de manera escrita, algún contenido y además, es una estrategia de aprendizaje excelente para quienes aprenden escribiendo, porque fijan el conocimiento a través de la escritura.
9. Organización: La organización es una estrategia de aprendizaje que supone ordenar los contenidos según los criterios que mejor funcionen en cada caso. Por ejemplo, si hay muchas cosas que aprender, se puede empezar por los contenidos más fáciles y dejar los difíciles para después, o al contrario. Además, se recomienda organizar lo que se debe aprender por complejidad, temática, área del conocimiento e incluso, marcar los contenidos con *post-it*, colores y marcalibros. De esa forma, se facilita la absorción ordenada de la información.
10. Debate: Esta estrategia de aprendizaje supone el compartir de ideas con otras personas sobre un tema determinado. Se menciona que muchas personas tienen facilidad de

aprender y asimilar información a medida que la problematizan y discuten con otras personas.

11. **Análisis:** Es la estrategia de aprendizaje que hace uso de la reflexión, personal o grupal, para profundizar en un contenido y aprenderlo. Con el análisis, las personas se hacen casi especialistas en el contenido porque entienden bien de qué se trata, sus orígenes y cambios actuales.
12. **Composición de mapas:** Muy parecida a la asociación, esta estrategia de aprendizaje se vale de ilustraciones para para fijar los conocimientos. Cuando hay varios niveles de complejidad en los contenidos; es una excelente estrategia porque permite aprender de forma visual las conexiones entre las ideas. De esta forma, lo que antes parecía un concepto inentendible, ahora es una imagen con palabras conectadas fáciles de entender.
13. **Estructuración:** Mediante la estrategia de estructuración se pueden organizar contenidos para que su adquisición resulte más simple, y aunque es parecida a la estrategia organizativa que se trató en puntos anteriores, se diferencia de esta porque al estructurar una materia, ya se realizan trabajos de análisis y comprensión, además, la forma de organización sigue un patrón.
14. **Preguntas intercaladas:** Las preguntas intercaladas dentro de algunas sesiones de aprendizaje son una forma muy interesante de mantener la concentración en la audiencia. Al tener la posibilidad latente de ser elegido para responder alguna de estas preguntas, las personas no se distraen, conservan el interés en la materia e incrementan su concentración a largo plazo.
15. **Resúmenes:** La elaboración de resúmenes es muy efectiva a la hora de aprender nuevos conocimientos, pues engloban lo más importante de un determinado tema o asunto. Las personas que prefieren esta estrategia generalmente la usan cuando necesitan recordar datos específicos que puedan durar en su memoria un largo periodo de tiempo.

16. Simulación: Mediante la metodología de simulación, los participantes, de manera totalmente abierta y creativa, asumen la representación de roles, identidades o papeles que comúnmente no asumen, o nunca lo han hecho. Con ello, esta experiencia puede abordarse desde diferentes puntos de vista, perspectivas y situaciones a las que está expuesto el participante. Algunos dramas sociales y morales forman parte de esta estrategia (Romero, Mora, Gaucho y Noguera, 2018, pp. 23-27).

**Figura 2. Porcentajes de Pirámide de Aprendizaje**



Nota: Romero, Mora, Gaucho y Noguera (2018).

### Metodologías activas de aprendizaje

Sáenz & Ochoa (2017), señalan que las metodologías activas son definidas como “un proceso interactivo basado en la comunicación profesor-estudiante, estudiante-estudiante,

estudiante- material didáctico y estudiante-medio, que conlleva la satisfacción y enriquecimiento del docente y estudiante, esta logra que la enseñanza se centre en el estudiante de una forma constructiva, ya que el alumno forma parte activa del proceso de enseñanza- aprendizaje. Asimismo otro de sus objetivos es evitar los estudiantes memorísticos y enfocarse en favor de un espíritu mucho más crítico” (p. 281).

Las metodologías activas son el botón que “activa” al alumno y transforman el aprendizaje en una experiencia educativa donde el alumnado adquiere los conocimientos de forma motivada, por la necesidad que se genera y a través del constructivismo, como se mencionó anteriormente. Los alumnos se vuelven más autónomos, emprendedores, cooperativos, prácticos y resolutivos. Estas estrategias construyen un entorno educativo real, donde los alumnos se desenvuelven a través de su propia iniciativa y en el que su implicación e intereses son los protagonistas imprescindibles. El foco se pone en el aprendizaje competencial, que, a su vez, fomenta el aprendizaje significativo y el uso de las herramientas necesarias para desenvolverse en la vida real, es decir, en su entorno social.

Dentro de las metodologías activas mencionadas por Sáenz (2017) se tienen:

- Aprendizaje basado en problemas: El alumnado resuelve un problema planteado por el profesor con el objetivo de mejorar sus habilidades y sus conocimientos. Facilita la interdisciplinariedad y consigue un incremento de la curiosidad del estudiante.
- El método del caso: Se caracteriza porque el alumno se hace sus propias preguntas a las que él mismo da respuesta.
- Aprendizaje basado en proyectos: Se realiza una división en pequeños grupos de trabajo y cada uno debe investigar, de forma democrática, un tema elegido y relacionado con el mundo real, donde da sus propias soluciones.
- La simulación: Se desarrolla en tres fases. Una primera de tipo informático donde se definen los objetivos y se organizan los grupos; una segunda que es la simulación en sí; y

una tercera de tipo evaluativa en donde los alumnos debaten sobre qué habría ocurrido si hubieran tomado otra decisión. Sus beneficios incluyen: fomento del pensamiento crítico, mejora de la comunicación oral y/o escrita, resolución de problema.

- Aprendizaje cooperativo: Se caracteriza porque los objetivos del alumnado se encuentran vinculados entre sí de manera muy cercana, por lo que cada uno de ellos solo logra el suyo si el resto de la clase también consigue los propios.
- El contrato de aprendizaje: una de las guías del Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid la define de la siguiente manera: “Documento utilizado para ayudar y guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje de una materia, un curso”. El valor de este documento es que nace de un acuerdo y de una negociación entre estudiante/s y el profesor. Es un método en el que la responsabilidad del proceso de aprendizaje recae totalmente en el alumno.

### **Simulación clínica**

Como bien se mencionó, la simulación es parte tanto de las estrategias de aprendizaje como de las metodologías activas; por ello se conceptualiza y se analiza:

De la Horra Gutiérrez (2010), define la simulación clínica como un proceso dinámico que involucra la creación de una situación hipotética que incorpora una representación auténtica de la realidad, facilitando la participación activa del alumno e integrando las complejidades del aprendizaje práctico y teórico con oportunidades para la repetición, retroalimentación, evaluación y reflexión, sin el riesgo de causar daño al paciente (pp. 815-816).

De la Horra Gutiérrez (2010), indica que la simulación clínica proporciona un nuevo método de aprendizaje y entrenamiento en la que se entrelazan conocimientos, habilidades y factores humanos, pues el manejo apropiado de una situación de emergencia es muy difícil de entrenar y evaluar durante la emergencia real. En una situación crítica no hay tiempo para

detenerse y pensar sobre el próximo paso; las acciones y protocolos deben fluir naturalmente (pp. 815-816).

Dentro de las potencialidades, se evidencia que las tecnologías de simulación clínica son estrategias capaces de articular prácticas de enseñanza e investigación, necesarias en la calificación de los profesionales de la salud, en los diversos niveles de atención a la salud de la población. Constituye una necesidad y un imperativo ético por parte de los docentes, capacitar a los estudiantes y evaluar que posean los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para el correcto desempeño profesional (De la Horra Gutiérrez, 2010, pp. 815-816).

Otro aspecto importante de destacar se refiere a la importancia de que toda simulación cuente con guías clínicas y *checklist* como una forma de asegurar la uniformidad de criterios entre docentes y estudiantes. Esta estrategia metodológica permitirá desarrollar una simulación clínica basada en la evidencia y no como ocurre en algunas ocasiones cuando el estudiante pregunta cómo quiere el docente que realice el procedimiento (De la Horra Gutiérrez, 2010, pp. 815-816).

Es evidente la sensación de mejoría con este aprendizaje, las ventajas de la simulación son múltiples, entre ellas se encuentran:

- Permite practicar y entrenar sin poner en riesgo la vida de los pacientes tantas veces como se quiera. Se pueden repetir tantas los diferentes eventos clínicos; permite el entrenamiento repetido y la rectificación de los errores previos cometidos.
- Se pueden reproducir casos clínicos poco frecuentes en la práctica habitual o de rutina; permite el entrenamiento en dichas situaciones.
- Desarrolla un aprendizaje basado en la propia experiencia y centrado en el alumno, no en el docente.
- Se pueden producir errores en el transcurso de los casos clínicos para conocer sus consecuencias sin ningún riesgo
- Permite la grabación de casos para un posterior análisis de la situación, con estímulo de la autocrítica y el refuerzo positivo de actitudes del estudiante.

- El sistema permite la realización y aprendizaje de habilidades técnicas, no solo de forma mecánica, sino, implícita en el contexto asistencial de un caso clínico (De la Horra Gutiérrez, 2010, pp. 815-816).

## **Práctica de laboratorio**

Es un método de enseñanza práctico y activo donde el contenido principal de lo que será aprendido es demostrado o practicado por el alumno, a partir de la guía del profesor y de unos materiales concretos. La práctica de laboratorio es el tipo de clase cuyos objetivos fundamentales buscan que los estudiantes adquieran destrezas y habilidades propias de los métodos de la investigación científica: descubriendo, ampliando, profundizando, consolidando, realizando y comprobando los fundamentos teóricos de la asignatura mediante la experimentación, a la vez que aplican los conocimientos técnico-científicos adquiridos mediante el manejo de instrumentos, equipos o por la ejecución de un método o técnica de trabajo (Sánchez, 2018).

Sánchez (2018) señala una serie de características de las prácticas de laboratorio, las cuales son:

- Requieren instalaciones especiales o recursos (videos o simulaciones), que a su vez exigen un coste más alto asociado al aprendizaje.
- Permiten una evaluación real del desempeño.
- La evaluación puede no ser objetiva si no está bien establecida y requiere de un evaluador experimentado.
- En ocasiones, no permite hacer una evaluación individual, sino que se hace conjuntamente del grupo pequeño (2 o 3 integrantes).
- Los momentos pre y poslaboratorio son un elemento clave en el aprendizaje, ya que además de potenciar el trabajo autónomo del alumnado, permiten aumentar el rendimiento de las sesiones de laboratorio y consolidar conocimientos. Este trabajo influye directamente en el rendimiento de la actividad.

- El trabajo experimental desarrolla y exige al estudiante capacidad de observación, análisis, discriminación, clasificación, síntesis, estructuración de informes, a la vez que le genera curiosidad, perseverancia y creatividad.

Para tener un mejor entendimiento de este tema, se debe conocer el concepto de “experimentar”. Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española experimentar es “probar, examinar y poner en práctica la virtud y propiedades de una cosa; o bien, en las ciencias fisicoquímicas y naturales, hacer operaciones destinadas a descubrir, comprobar o demostrar determinados fenómenos o principios científicos”. Entonces, experimentar se puede entender como el proceso metodológico de reproducir, de manera práctica, un fenómeno, bajo condiciones controladas, para su observación y análisis, con el propósito de encontrar las relaciones existentes entre las distintas variables que lo determinan.

Así, se estará en posibilidades de emitir un juicio de valor acerca del fenómeno bajo estudio o investigación. Aunque la acción de experimentar puede realizarse teniendo como escenario la naturaleza misma, generalmente se designa un espacio acondicionado para ello denominado laboratorio, taller o campo, donde se pueden controlar mejor las variables requeridas en la observación y en la investigación, así como medir otras relacionadas o dependientes de las primeras.

Rua & Alzate, (2012) señalan que la actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de ciertas destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental, asimismo, en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas.

De esta manera, el trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad. Además, el estudiante pone en juego sus conocimientos previos y los verifica mediante las prácticas. La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de

conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico (Rua & Alzate, 2012).

### **Uso en metodologías de enseñanza**

La actividad experimental cumple un papel importante dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, al dirigirse de manera consciente e intencionada a lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y cercanos a los científicos. Es sabido ya que el constructivismo tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes; por esta razón, a la hora de implementar una actividad en el laboratorio se indaga para lograr el establecimiento de relaciones entre lo que el estudiante sabe, lo que debe saber y la experiencia, en función del logro de aprendizajes profundos (Cañedo & Cáceres, 2013).

La práctica experimental hace mucho más que apoyar las clases teóricas de cualquier área del conocimiento; su papel es importante en cuanto despierta y desarrolla la curiosidad de los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas y a explicar y comprender los fenómenos con los cuales interactúan en su cotidianidad. Una clase teórica de ciencias, de la mano de la enseñanza experimental creativa y continua, puede aportar al desarrollo en los estudiantes de algunas de las habilidades que exige la construcción de conocimiento científico (Cañedo & Cáceres, 2013).

Morales (2011) señala que las prácticas de laboratorio brindan a los estudiantes la posibilidad de entender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica, cómo trabajan los científicos, cómo llegan a acuerdos y cómo reconocen desacuerdos, qué valores mueven la ciencia, cómo se relaciona la ciencia con la sociedad, con la cultura. En síntesis, las prácticas de laboratorio aportan a la construcción en el estudiante de cierta visión sobre la ciencia, en la cual ellos pueden entender que acceder a la ciencia no es imposible.

Existen argumentos a favor de las prácticas de laboratorio en cuanto a su valor para potenciar objetivos relacionados con el conocimiento conceptual y procedimental, aspectos relacionados con la metodología científica, la promoción de capacidades de razonamiento,

concretamente de pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de actitudes de apertura mental y de objetividad y desconfianza (Morales, 2011).

### **Diseño de prácticas de laboratorio**

La información reunida y plasmada en esos documentos, llamados prácticas de laboratorio, tiene por finalidad principal orientar y facilitar el trabajo de profesores y alumnos. Es indispensable la descripción clara de los procedimientos de trabajo a fin de alcanzar los objetivos. En toda actividad práctica no se debe olvidar la necesidad de seguir las medidas de seguridad e inculcar una cultura de protección frente a los riesgos biológicos, químicos, físicos, electromecánicos, entre otros, que están presentes. Así, el propósito de elaborar un manual de prácticas es lograr que los docentes planifiquen y organicen eficazmente su participación en el proceso educativo. Los elementos que se deben considerar en el diseño son: racionalidad, viabilidad, utilidad y claridad, todos ellos para facilitar la instrumentación de cada actividad práctica. Esto resultará en un material didáctico que apoyará mejor el proceso enseñanza y aprendizaje (Alemán y Mata, 2016, p. 23).

En el diseño de una práctica de laboratorio, taller o campo para una asignatura se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Revisión del objetivo general y del contenido de la asignatura.
- Consulta de por menos dos libros o artículos científicos acerca del problema que se plantea resolver, los cuales deben ser referidos en la bibliografía del manual de prácticas.
- Planificación del número adecuado de prácticas y de horas destinadas a esta actividad dentro del programa de la asignatura.
- Selección y enunciado de los apartados que permitan describir la práctica, como son introducción, objetivo, referencias del tema en estudio, instrucciones generales, metodología, material y equipo, cuestionario, resultados, análisis y discusión.
- Planificación, para cada actividad práctica, del tiempo que ocupará cada una de ellas, contemplando un espacio para discutir sus resultados.

- Bibliografía recomendada, la cual deberá estar disponible en las sesiones de laboratorio o de campo.
- Evaluación: se deben formular, de manera explícita, los criterios para determinar el grado en que el estudiante ha alcanzado el objetivo de la actividad, lo cual incluye el formato para el reporte escrito propuesto y la fecha de entrega (Alemán y Mata, 2016, p. 23).

A continuación, se describen los apartados que frecuentemente integran una práctica: introducción, objetivos, métodos, dinámicas de trabajo, materiales de apoyo, criterios coherentes de desempeño. Por otro lado, es necesario tener presente que las prácticas de laboratorio deben estar coordinadas con las clases de teoría. Sin embargo, varias circunstancias hacen que esto no siempre sea posible a causa de la distribución horaria, el número de horas disponibles para el laboratorio, número de alumnos y la disponibilidad económica para comprar suficientes equipos y material (Zabalza y Marcelo, 2018, p.17).

1. Título de la práctica: En este apartado deberá expresarse el nombre de la práctica, del experimento o proyecto. El título deberá ser sugerente, atractivo y relacionado con el tema o problema en estudio.
2. Introducción: En este apartado se anotan los conceptos teóricos que sustentan el experimento propuesto: teorías, leyes, métodos, técnicas y estrategias donde se apoya. También se mencionan los antecedentes de la situación actual; es decir del problema que se está resolviendo, las técnicas usadas en el desarrollo de la práctica o proyecto experimental, según el caso, y todos aquellos datos e información que permiten llevar a efecto el experimento. Se debe ser breve, concreto y suficiente, y estar apoyado con las referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la práctica.

En las prácticas propuestas para el estudio de seres vivos es importante definir un marco de referencia que permita identificar los parámetros ambientales que condicionan sus patrones de distribución y abundancia. Generalmente, son cuatro o cinco los que con mayor frecuencia determinan la presencia de estos organismos, por lo que se deberán controlar los siguientes aspectos: temperatura ambiental, luminosidad; características del

suelo (tipo, pH, textura, color) y humedad. También es necesario indicar algunos aspectos de seguridad particulares para la actividad práctica en cuestión, como: Advertencias sobre los riesgos asociados a las tareas, equipos, máquinas y herramientas. Además, el riesgo o peligro por incumplimiento de las normas o de las prohibiciones establecidas o por no utilizar los medios de protección previstos, como el riesgo residual que pudiera presentarse aún después de cumplir los requisitos anteriores y para el que se debe tomar algún tipo de precaución.

3. **Objetivo de la práctica:** El objetivo de la práctica señala la finalidad del experimento o actividad específica. Está directamente relacionado con la demostración o comprobación práctica que se va a llevar a efecto o con la transformación de situaciones planteadas desde un principio. El objetivo describe un resultado, lo que el estudiante debe realizar para demostrar lo que domina. La idea es que estos determinan la relación conocimientos y práctica por lograr. De ahí se deduce la manera como se comprueban los resultados del aprendizaje, por tanto es necesario redactarlos con mucha claridad y precisar la capacidad que el alumno debe adquirir al finalizar cada actividad, lo que permitirá comprobar su dominio sobre el conocimiento, habilidades, destrezas y aptitudes.
4. **Metodología:** Este apartado describe el proceso técnico o los pasos por seguir para el desarrollo del experimento. Se permite para ello utilizar diagramas, gráficas u otro tipo de representaciones. Lo importante es presentar claramente la secuencia en la formulación y desarrollo de la experiencia en el laboratorio o en campo. También se puede presentar un esquema metodológico que relacione los fundamentos teóricos con la secuencia de los procedimientos de la experimentación, enmarcados todos ellos dentro del método experimental.
5. **Recursos materiales y equipo:** Este rubro especifica todo lo requerido en cuanto al tipo de equipos, materiales (reactivos, didáctico y referenciales), tecnologías, instrumental, herramientas, instalaciones, software y personal, tanto para la etapa de experimentación como para la reproducción, a futuro, del problema en estudio. No deberá escapar ningún detalle correspondiente al experimento en cuestión. Se procurará que cada equipo sea

manejado por un número pequeño de alumnos, según el tipo de prácticas. Lo habitual es que el recurso lo emplee un equipo de dos alumnos, para favorecer la discusión y la sana competencia entre ambos y, además, para mantenerlos activos a lo largo de la práctica. Un número mayor puede significar que algunos estudiantes se comporten solo como espectadores, y se limiten a copiar resultados de quienes realmente desarrollan la práctica.

6. Descripción del desarrollo de la práctica: En este apartado se describe la secuencia de la actividad práctica experimental, relacionando los métodos, los procedimientos y las técnicas en una secuencia rigurosa y coherente, para el estudio del objeto o fenómeno. Es decir, se deben explicar al estudiante los pasos que debe seguir para realizar las actividades en el laboratorio y los detalles para pasar de una parte a otra en cada acción planeada. Así como también, la relación de estos procedimientos con el uso adecuado de la maquinaria, del equipo y del instrumental, acorde con las necesidades de la disciplina y al tema de referencia.
7. Evaluación: Un objetivo fundamental de la evaluación es acopiar información pertinente para conocer la eficacia de la acción, la cual no depende solo del alumno sino de un cúmulo de componentes de naturaleza variada: la adecuación de lo que se pretende respecto de la capacidad y actitudes de los estudiantes, el ritmo de aprendizaje, los medios de que se dispone, los momentos elegidos, la relación del profesor con los alumnos dentro del ambiente de aprendizaje. De esa evaluación no solo surgirá una atinada y precisa comprensión, sino, permitirá una intervención más efectiva. Por eso, la evaluación es una fuente de mejora de la práctica: reconduce el hecho educativo, propone alternativas a las deficiencias o bien, adapta los procesos educativos a las necesidades de los alumnos.

Los criterios de evaluación y acreditación son similares, igual que en el programa de asignatura puede contener dos vías para la revisión de los saberes y los conocimientos adquiridos por el estudiante durante el curso. Entre ellos, destaca una asistencia mínima de 80% a las sesiones programadas; la segunda forma es la evaluación del curso mediante trabajos de investigación, exámenes parciales, reportes de prácticas, participación, entre otros.

8. **Bibliografía:** En este punto se indica la bibliografía básica y complementaria con la cual fueron elaborados los contenidos de la práctica. Se recomienda consultar las principales revistas que prioritariamente publican trabajos experimentales específicos del área en estudio, así como libros de reciente publicación sobre la temática.
9. **Resultados y conclusiones:** El resultado de la práctica se traducirá en un breve informe, a partir del conjunto de datos que los alumnos obtuvieron durante el desarrollo de la actividad. O bien, con la participación de los estudiantes, se plantea y expone un proyecto que integre los planteamientos teóricos y metodológicos desarrollados a lo largo del curso; todo ello en busca de generar soluciones a problemas reales (Zabalza y Marcelo, 2018, p.17).

Es importante destacar el uso de la bitácora de laboratorio donde el alumno registra todos los detalles del desarrollo del experimento, incluyendo fecha, hora, avances, resultados, mediciones, tropiezos y todos aquellos parámetros que puedan influir, directa o indirectamente, en el experimento (como temperatura y humedad ambientales, cálculos, entre otros). Así, el registro en la bitácora evita efectuar repeticiones innecesarias en operaciones y observaciones; esta servirá al estudiante, así como a otras personas interesadas o involucradas en la revisión y evaluación de los resultados del trabajo (Zabalza y Marcelo, 2018, p.17).

### **Andragogía**

En primera instancia, por la población de estudio de esta investigación (nivel universitario), la población adulta, es necesario tener en cuenta el significado y método de enseñanza. Se debe conocer, para ello, el término “Andragogía”.

Adrián (2020) describe en su significado más simple, que es una guía de un conjunto de técnicas de aprendizaje o enseñanzas, donde los aprendices son los adultos; es la contraparte de la pedagogía, que es la orientación o enseñanza a niños. El modelo andragógico de la educación se basa en las exigencias del adulto, el cual decide qué estudiar y para qué, según su requerimiento o

necesidad de aprender; exige más de lo que el profesor enseña, y es autónomo en su aprendizaje, aplica de forma inmediata lo aprendido y lo convierte en más didáctico (p.20).

La andragogía, entonces, concibe al participante como el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, es él quien decide qué aprende, cómo lo aprende y cuándo lo aprende, tomando en cuenta sus necesidades, intereses y su experiencia, lo cual conduce al desarrollo y adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes que coadyuven en el logro de los aprendizajes necesarios. En otras palabras, el participante es el único responsable de su proceso de aprendizaje (Adrián, 2020, p.20).

La andragogía es una nueva perspectiva de estudio, donde el profesor-guía, procede a dar una conducción, la cual permite incrementar el pensamiento, la autogestión y la creatividad de un adulto, quien propicia su autoaprendizaje y autorrealización. La andragogía ofrece los principios fundamentales que permiten el diseño y conducción de procesos docentes más eficaces, en el sentido de que remite a las características de la situación de aprendizaje, y por tanto, es aplicable a diversos contextos de enseñanza de adultos, como por ejemplo: la educación comunitaria, el desarrollo de recursos humanos en las organizaciones y la educación universitaria, que es el caso del estudio (Caraballo, 2007, pp. 187-206).

### **Evaluación Diagnóstica**

La evaluación diagnóstica es una herramienta que sirve para analizar los conocimientos previos de los alumnos, instituciones, asignatura y empresas en relación con un tema o materia que va a comenzar a impartirse, aplicarse o estudiarse. Conocida también como evaluación inicial, puede aplicarse en cualquier tipo de contexto (García, 2018, pp. 1-16).

De acuerdo con el Reglamento de Evaluación de los Aprendizajes, artículo 4 inciso a, la evaluación diagnóstica “detecta el estado inicial de los estudiantes en las áreas de desarrollo humano: cognoscitiva, socio afectiva y psicomotriz con el fin de facilitar, con base en la información que de ella se deriva, la aplicación de las estrategias pedagógicas correspondientes”. Por lo anterior, una de las principales funciones de la evaluación es la diagnóstica, la cual

consiste en determinar si el estudiante posee las condiciones y los requisitos previos para empezar bien la enseñanza que emprenderá, asimismo, permite al docente determinar el grado de dominio que posee el estudiante o grupo, en general y proponer los aspectos necesarios y relevantes para que se dé una mejor calidad educativa. Por consiguiente, se puede decir que la evaluación diagnóstica se realiza para obtener información de las capacidades cognitivas, socioafectivas y psicomotoras, generales y específicas de los estudiantes (García, 2018, pp. 1-16).

En general, se aplica al comienzo de un ciclo educativo, y de forma individual, para cada materia que vaya a desarrollarse en el aula. Sin embargo, también puede utilizarse al comienzo de un nuevo tema o unidad, o cuando se introduzcan cambios dentro de una asignatura que ya ha comenzado a estudiarse. A continuación, se observan algunas de las características más importantes de este tipo de sistema de evaluación (García, 2018, pp. 1-16).

En primer lugar, se menciona que es un subtipo de la evaluación formativa debido a que su objetivo principal es descubrir qué saben exactamente los alumnos con el objetivo de modificar el proceso de aprendizaje. Por ello, muchas de las herramientas que se utilizan para evaluar los conocimientos iniciales de los alumnos sean las mismas que las empleadas para corregir el sistema de enseñanza, en función de lo que vayan aprendiendo. Sin embargo, debido a que tiene algunas características propias, la evaluación diagnóstica también cuenta con sus propios procedimientos (Caraballo, 2014).

En segundo lugar, la evaluación diagnóstica no sirve para poner nota, pues el objetivo principal no es calificar el trabajo de los estudiantes con una puntuación numérica, ni decidir si tienen los conocimientos necesarios como para pasar de curso. Por el contrario, su función es la de servir de guía tanto al profesor, a los alumnos como a la institución, respecto a qué partes del temario deben ser trabajadas a profundidad. En tercer lugar, ayuda a generar aprendizajes significativos, donde se trata una teoría la cual predice que los alumnos adquirirían conocimiento de una manera más eficaz si se pudiera relacionar la teoría con su propia vida, con sus preocupaciones e inquietudes. De esta manera, será capaz de relacionar todas las nuevas ideas que quiere transmitir con las que sus aprendices contaban previamente (Caraballo, 2014).

En cuarto lugar, cuenta con carácter preventivo, pues permite conocer las posibles dificultades que presentan los estudiantes cuando se inicia un curso, un periodo o tema de estudio. A la vez, identifica el nivel de adquisición de los conocimientos, habilidades y destrezas y a partir de esto se establecen medidas o programaciones específicas para reforzar y hacer el seguimiento durante el desarrollo del proceso educativo. Finalmente, la evaluación diagnóstica tiene como finalidad aportar conocimientos para mejorar la práctica educativa, lo cual implica que en el proceso de diagnóstico se incluyan actividades de valoración que faciliten la toma de decisiones (Caraballo, 2014).

La evaluación precisará del diagnóstico para la realización de “pronósticos que permitan una actuación preventiva y faciliten los juicios de valor de referencia personalizada, además, para personalizar el proceso educativo con objetivos adecuados de nivel y de campo, las técnicas de motivación, las actividades o la metodología. El diagnóstico será, así mismo, un momento clave en todas las situaciones de recuperación, e imprescindible en las de fracaso reiterado que exige un estudio de casos (Crespo, Ayuso & Madrona, 2016).

Crespo, Ayuso & Madrona (2016) señalan que para la evaluación diagnóstica se deben contemplar las siguientes fases de análisis de dicho proceso:

1. Determinación de objetivos: El planeamiento y confección del instrumento para la evaluación diagnóstica se realiza con base en los objetivos, contenidos procedimentales o competencias, que deben ser alcanzados; para tal efecto, el docente debe establecer los requisitos previos para cada asignatura, los cuales deben corresponder a las destrezas, competencias y conocimientos que el estudiante adquirió sobre determinado tema, periodo o curso anterior.
2. Planeamiento y diseño de instrumentos que permitan medir los objetivos, contenidos procedimentales o competencias propuestas, que determinen cuánto saben los estudiantes. Se debe prestar especial atención en aquellos contenidos que tomen en cuenta conocimientos previos necesarios para alcanzar las metas propuestas para el curso.

3. Administrar los instrumentos de medición: Al realizar una evaluación es importante considerar todos aquellos aspectos que fortalezcan las evidencias de validez y confiabilidad de los resultados. En la dimensión cognitiva se utilizan instrumentos no estandarizados, caso contrario a lo que sucede cuando se trata de aspectos no cognitivos, en los cuales se deben utilizar instrumentos estandarizados.
4. Obtención de puntuaciones: En este tipo de medición es necesario obtener un resultado expresado numéricamente, para efectos de conocer la situación real del estudiante con respecto a sus aprendizajes. La asignación de una nota al estudiante, no es un asunto que se tome en cuenta para su promoción o calificación. Estas puntuaciones tienen como objetivo facilitar el análisis de los resultados obtenidos.
5. Análisis de los resultados e interpretación de la información: En esta fase de la evaluación se procede a comparar los resultados alcanzados por los estudiantes con los criterios de conducta establecidos. Para realizar dicho análisis se deberá elaborar un formato en el que se especifiquen con claridad las destrezas, habilidades o conocimientos dominados por el estudiante y los que haya dominado.
6. Toma de decisiones: Este aspecto está relacionado con la realización de ajustes en las estrategias de enseñanza, en procura de mejorar los procesos educativos del estudiante (Crespo, Ayuso & Madrona, 2016).

### **Rendimiento académico**

Garita (2020) citando a (Riveroll, 2017) menciona que el rendimiento académico es por varias causas, lo cual quiere decir que son aquellos factores intervinientes en la vida académica del estudiante como en el ámbito personal, donde se incluye la competencia cognitiva, motivación y desarrollo de la inteligencia; también el ámbito social como el entorno familiar, nivel de educación de los padres y la parte socioeconómica. Por último, la determinante institucional, como las condiciones institucionales, servicios de la institución, ambiente de esta y la relación entre el estudiante y el profesor.

Zuñiga, Pizarro, Escudero & Marín (2018) hacen referencia en el rendimiento académico a la “expresión de capacidades y de características psicológicas del estudiante desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza-aprendizaje que le posibilita obtener un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un período”, esto quiere decir que es una evaluación del conocimiento adquirido en el ámbito escolar, terciario o universitario. Un estudiante con buen rendimiento académico obtiene calificaciones positivas en los exámenes que debe rendir a lo largo de un ciclo (p.57).

En relación con el rendimiento académico y su concepto o definición, se menciona que es el resultado de la asimilación de los estudiantes con respecto a los contenidos de los programas de estudio de las diferentes carreras donde se encuentran, los cuales se expresan mediante las calificaciones dentro de una escala convencional ya establecida. Por ser cuantitativo, el rendimiento académico se puede medir con valores numéricos de 0-100 o de 0-10, esto en dependencia de la escala que maneje o proporciona la institución donde se encuentran; en algunos casos se valora con letras: A para alumnos sobresalientes y F para estudiantes deficientes, pero no solo se utilizan las formas antes descritas, sino que también se pueden encontrar: excelente, bueno, regular o deficiente (Riveroll, 2017).

El rendimiento académico de los estudiantes constituye uno de los indicadores de mayor consenso al abordar la calidad de la enseñanza superior; se relaciona con conceptos tales como excelencia académica y eficacia escolar. Las universidades requieren de todo un sistema de acciones psicopedagógicas para asegurar el progreso satisfactorio de los educandos con los planes de estudio y que sus egresados alcancen una formación académica integral y de alta calidad educativa. Los factores o variables que inciden en el rendimiento académico son diversas y corresponden a múltiples interacciones de distintos referentes como inteligencia, motivación, personalidad, actitudes, contextos, entre otros (Ortiz, Castro & Frutos, 2014, pp. 272-278).

Cuando se trata de evaluar el rendimiento académico y cómo mejorarlo, se analizan en mayor o menor grado los factores que pueden influir en él, generalmente, se consideran factores socioeconómicos, la amplitud de los programas de estudio, las metodologías de enseñanza

utilizadas, la dificultad de emplear una enseñanza personalizada, los conceptos previos que tienen los alumnos, así como el nivel de pensamiento formal de estos (Zuñiga, et al 2018).

**Tabla 2. Variables académicas que influyen en el rendimiento académico**

Variable académica	Explicación
Características académicas del colegio de procedencia.	Es conveniente conocer el colegio de procedencia de los estudiantes, para así saber el tipo de formación que se brinda, ya que esta influye en el rendimiento académico del estudiante universitario.
El rendimiento escolar.	Los resultados y el rendimiento académico obtenidos de la educación básica explican el rendimiento académico en la educación superior, porque se pueden ver las aptitudes y el esfuerzo del estudiante; además, medir el nivel de conocimiento adquirido al que se asociarán los nuevos conocimientos.
El rendimiento en las evaluaciones de aptitud y los exámenes de admisión.	En algunas investigaciones se ha encontrado una relación positiva entre el rendimiento académico y los puntajes obtenidos de la prueba de admisión, pues con estas pruebas se busca conocer el nivel que tiene los postulantes.
El rendimiento previo en cursos prerrequisitos u otras asignaturas universitarias.	El rendimiento acumulado o promedio ponderado en la misma universidad, se considera un predictor fuerte del rendimiento académico, debido a que el conocimiento de algún curso previo, que es requisito, influye positivamente en el rendimiento de las siguientes materias relacionadas.
El esfuerzo y los efectos de las cargas laborales o académicas.	Se toman en cuenta varios criterios del estudiante, como: asistencia a clase, estrategias de estudio, los trabajos presentados a tiempo y aprobados, y la participación durante la clase, puesto que todos los criterios antes mencionados están relacionados directamente con el rendimiento académico.
La vocación del estudiante.	La vocación del estudiante, que se expresa mediante el interés, la motivación o satisfacción del estudiante con su carrera se asocia con el rendimiento académico.
Las facilidades académicas.	Si se mejora la calidad del ambiente físico en la que el estudiante realiza su trabajo académico; por ejemplo: la biblioteca, aulas y demás comodidades para el estudio, se mejora el rendimiento académico, puesto que cuando el estudiante aprovecha la infraestructura académica se potencia su esfuerzo.

Nota: Garita (2020).

### Calidad educativa

El aseguramiento de la calidad se define como el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implementadas bajo un sistema de calidad, necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto satisfará los requisitos dados sobre la calidad. En el ámbito de educación superior, las universidades deben hacerse cargo de los procesos que

permitan el aseguramiento de la calidad en diversos aspectos, tales como los procesos de enseñanza-aprendizaje, los servicios prestados por la institución, la gestión interna, el cumplimiento de las normativas legales, entre otros. Para lo anterior, existen diferentes entidades interesadas en la calidad que entregan las instituciones de educación superior; en el caso de Costa Rica, específicamente en la Universidad Internacional de las Américas, la cual está en estudio. Algunos ejemplos de estas entidades son El Consejo Nacional de Enseñanza Superior Universitaria Privada (CONESUP), a cargo de asegurar el cumplimiento de las leyes, Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES), a cargo de gestionar la acreditación de las instituciones, entre otras (Razo, Dibut & Íñigo, 2016).

Según Zapata & Tejeda (2009), la institucionalización en las universidades del aseguramiento de la calidad ha incorporado modelos de gestión y evaluación en modelos curriculares anteriores, asociado a una determinada concepción de "libertad de cátedra", lo cual ha generado tensiones que deben resolverse en procesos de construcción colectiva de significados. Por otra parte, el aseguramiento de la calidad lleva consigo un aumento de la carga burocrática al requerir un conjunto de procesos y procedimientos formales, llevados a cabo por cuerpos técnicos responsables del programa/carrera.

Una manifestación del aseguramiento de la calidad universitaria está dada por los procesos de revisión del currículo, los cuales pueden originarse en una actualización requerida por necesidades, tales como mejorar el proceso de control, incluir cambios producidos en la disciplina profesional y/o incluir cambios en las estrategias de enseñanza. Si el nivel de cambios al currículo es leve, puede ser que una actualización a los programas de asignaturas sea suficiente; pero si los cambios son profundos, será necesario realizar un rediseño del currículo (Zapata & Tejeda, 2009).

Dentro del contexto de asegurar la calidad de los programas/carreras, las instituciones deben definir prácticas de control, mejoramiento y garantía de la calidad a los diversos componentes de los programas/carreras (planificación, funcionamiento y mecanismo de control de los resultados, planes de formación) y deben ser de responsabilidad de una entidad estrechamente relacionada con la administración del programa/carrera, como por ejemplo, el

director de carrera o figura equivalente, e incluye las actividades de aseguramiento de la calidad; esto significa, como mínimo, evaluar la consistencia entre el currículo, la enseñanza y el logro del perfil de egreso como punto de partida de un ciclo de mejora continua de la oferta curricular de la carrera (Razo, Dibut & Íñigo, 2016).

### **Malla Curricular**

Barra (2017), define el currículo como un término que es polisemántico, dado que puede servir para señalar los planes de estudio, los programas académicos y también la implementación didáctica. Otros autores, como Briggs (2013), lo definen como los contenidos de la enseñanza, un sistema con elementos constituyentes, lo que genera un proceso sistemático y lineal. Taba (2014) afirma que el currículo tiene la función de homogeneizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Barra (2017), menciona que el currículo responde tres interrogantes: cuál es el contenido, cómo es el método y cuál debe ser el orden de instrucción. Por otro lado, Briggs (2013) apunta que el currículo debe especificar los resultados que se deben tener en un proceso de estudio. Además, el currículo tiene una definición de las finalidades y objetivos, los contenidos, las normas para enseñar y cómo se deben evaluar los aprendizajes. Es un documento que se diseña con el fin de planear una estructura académica a partir de una síntesis donde se organizan y ordenan todos los aspectos de una profesión.

En consecuencia, la malla curricular es la representación gráfica de la distribución de los ciclos de formación y de los cursos contemplados en el plan de estudios, la cual permite hacer visibles las relaciones de prioridad, secuencialización y articulación de los cursos entre ellos y con los ciclos. También, tiene la función de servir como un esquema de red que cuenta con los ciclos, campos, disciplinas y áreas de cada carrera con establecimiento de relaciones de grado (Icarte & Labate, 2016).

Asimismo, Icarte & Labate (2016) señalan que la construcción de una malla curricular implica:

- El análisis e interpretación de los principios orientadores del Proyecto Institucional: Misión, Visión y Valores.
- La identificación de los principios del modelo pedagógico institucional con el propósito de tener claridad en torno a las concepciones de currículo, enseñanza, aprendizaje, didáctica y el papel del estudiante. Asimismo, los criterios relacionados con la docencia y el aprendizaje, la investigación y la producción del conocimiento y la extensión y la proyección.
- La identificación de las competencias institucionales transversales, 4 básicas y las específicas del programa.

Para iniciar el proceso de desarrollo curricular, es necesario especificar las fases que deben completarse y que lo conforman. Las siguientes secciones las definen y describen. En primer lugar, fase del diseño. El diseño curricular se visualiza como un esquema concreto que servirá de punto de partida a la planificación de un determinado currículo, lo cual metodológicamente implica realizar procesos de selección, organización y evaluación del contenido curricular y valores asociados, de acuerdo con el modelo elegido, antes de llevarlo a la práctica (Álvarez de Zayas, 2011).

En segundo lugar, la fase de ejecución es la puesta en práctica o desarrollo de las intenciones educativas expresadas en el diseño curricular de los planes de estudio y es un proceso dinamizador del currículo, donde se adquieren experiencias que promuevan y fortalezcan el desarrollo cotidiano de la práctica educativa. Aquí se contextualizan los procesos de enseñar y aprender, y por tanto, la formación profesional del futuro graduado. Dos momentos importantes constituyen esta fase: la elaboración de un plan de acción y su implementación. La implementación de un nuevo currículo o de un rediseño exige diversas opciones metodológicas para proponer y abordar los contenidos curriculares, lo mismo que actitudes innovadoras frente al proceso de enseñar y aprender (Álvarez de Zayas, 2011).

Finalmente, la fase de evaluación curricular, la cual es indispensable porque su práctica debe ser permanente dentro del proceso curricular. En tal sentido, la evaluación curricular no puede estar ajena a la forma como se lleva a cabo el trabajo académico, o los procesos de

construcción del conocimiento. Por lo tanto, es válido afirmar que los procesos de evaluación tienen dos etapas: la evaluación interna, que se ocupa de analizar y reflexionar sobre los componentes del currículo relacionados de manera directa o indirecta con él (académicos, especialistas de la disciplina, estudiantes, materiales educativos y acceso a los recursos por parte de los estudiantes), y la evaluación externa, que opera sobre los egresados, las organizaciones profesionales y los empleadores, entre otros, quienes enriquecen la orientación de los planes de estudio y, consecuentemente, la práctica educativa cotidiana (Álvarez de Zayas, 2011).

### **Comparación de las mallas curriculares**

Los criterios para comparar las mallas curriculares son: el número de créditos; la distribución porcentual de los créditos en los ciclos; el número de créditos obligatorios, optativos y electivos; el porcentaje de flexibilidad del currículo; el número de créditos orientados a la formación investigativa y a las prácticas; las modalidades y los métodos planteados; los requisitos de grado; el diseño de la malla curricular y la información contenida en ella (Icarte & Labate, 2016).

#### **Programas de estudio**

Los programas de estudio (PE) que conforman un plan de estudios (PLE) de una institución de educación superior describen hasta cierto punto la organización y planificación de cada asignatura escolar; representan una de las tareas más importantes de la docencia y una herramienta fundamental de apoyo de los docentes para el proceso de enseñanza aprendizaje. Un programa de estudio es una formulación hipotética de los aprendizajes que se pretenden lograr y constituyen a la planeación del acto educativo, la cual tiene como finalidad sistematizar el proceso de aprendizaje, a través de la organización lógica del contenido. Los PE son documentos en los cuales se establecen los propósitos educativos, enfoques metodológicos, orientaciones para la planeación y criterios de evaluación y expresan, además de los contenidos que se abordarán, los aprendizajes que deben lograr los alumnos (Pérez, H. Méndez, Pérez, A y García, 2017).

En el renglón de las metas curriculares, se debe tomar en cuenta que distintos programas de estudio pueden conjugarse para conseguir una misma meta curricular, cada uno de estos

elaborado de manera independiente, pero no aislado ni desarticulado de los demás, sino, se debe procurar una asociación semántica entre ellos. Por otro lado, los programas de estudio a su vez contienen elementos que en su redacción deben estar fuertemente acoplados o interrelacionados, como por ejemplo: propósito de la asignatura, competencias por desarrollar, contenidos, aprendizaje esperado, actividades de aprendizaje y criterios de evaluación. Es necesario tener presente con cuántas sesiones se cuentan para desarrollar el programa y analizar las situaciones en que se desarrollará (Pérez et al, 2017).

Un programa de estudio ayuda a organizar y orientar el trabajo pedagógico o andragógico, con propuesta al docente un ordenamiento de los objetivos de aprendizaje (OA) determinados en las bases curriculares. Constituyen una orientación acerca de cómo secuenciar los OA, cómo combinarlos entre ellos y cuánto tiempo destinar a cada uno durante el año. Tanto en la enseñanza básica como media, se individualizan por asignatura, incluyendo orientaciones relacionadas con la metodología, la evaluación y los recursos educativos involucrados, para incluir actividades que ejemplifiquen el proceso didáctico. Se trata de una propuesta adaptada luego por los docentes, de acuerdo con la realidad de sus alumnos y de su establecimiento (Pérez et al, 2017).

Según la Ley General de Educación, el Ministerio de Educación elabora los programas de estudio, los que deben cumplir con los objetivos de aprendizaje definidos en las bases curriculares. Son obligatorios para aquellos establecimientos que no cuenten con los propios y deben asegurar, al menos, una proporción equivalente al 15% de tiempo de trabajo escolar de libre disposición. También es conveniente conocer las características y número de los estudiantes, recursos con los que se cuenta, horario, tipo de unidad didáctica (curso, seminario, taller, laboratorio, práctica clínica o social y otras). Una vez aclarado lo anterior, es necesario ubicar la unidad didáctica en el plan de estudios para establecer las relaciones verticales y horizontales. Es recomendable que en las instituciones educativas exista una presentación unificada de los programas (Díaz, 2014, pp. 142-162).

Estos programas se redactarán para ser entregados a los alumnos al inicio de un curso, para su análisis y discusión, para aclarar dudas y realizar algunos ajustes basados en sus necesidades y expectativas que, en general, pueden organizarse de la siguiente manera:

- Datos generales
- Introducción o justificación del curso
- Objetivos terminales
- Temáticas de las unidades
- Bibliografía básica y complementaria
- Metodología del trabajo
- Criterios de evaluación y acreditación (Díaz, 2014, pp. 142-162).

Enseguida se desarrollará cada una de las unidades que componen el total del curso, de la manera siguiente:

- Descripción de la unidad
- Objetivos
- Contenidos
- Actividades de aprendizaje
- Evaluación
- Bibliografía (Díaz, 2014, pp. 142-162).

### **Recursos didácticos**

Los recursos didácticos son un conjunto de elementos que facilitan la realización del proceso de enseñanza y aprendizaje. Proporcionan experiencias sensoriales significativas acerca de un determinado conocimiento y contribuyen a que los estudiantes construyan una idea. Estos favorecen a que la comunicación entre el docente y el estudiante sea más efectiva, lo cual significa que sea capaz de propiciar un cambio de actitud duradero en los estudiantes, lograr que aprendan (Baños, 2017).

Los recursos didácticos son auxiliares del proceso de enseñanza- aprendizaje pues las experiencias sensoriales favorecen la asimilación de contenidos y a su vez acercan a los estudiantes a situaciones de la vida real con representación de situaciones de manera adecuada, al propiciar impresiones vívidas sobre los temas que abordan. Estos se relacionan con el aprendizaje de 3 formas: se facilita la comprensión de lo estudiado al presentar el contenido de manera tangible, observable y manejable. Ejemplifica la información expuesta y genera la motivación del grupo al reforzar la retención de lo aprendido con un estímulo sensorial (Baños, 2017).

Los recursos didácticos no son valiosos por sí mismos, su uso se justifica cuando son integrados, de manera adecuada, al proceso educativo, el cual deberá ser compatible a su vez, con otros contextos más amplios: escolar, regional, social. Además, pueden ser muy útiles para facilitar el logro de los objetivos; asimismo, para confirmar, elaborar, consolidar y verificar los contenidos que se revisan con los estudiantes. Los recursos didácticos tiene tres ventajas: 1) Racionalizar la carga de trabajo tanto de docentes como de estudiantes. 2) Disminuir el tiempo que debe dedicarse para que los alumnos aprendan los temas, porque se trabajan con sus contenidos de manera más directa. 3) A la vez, contribuyen a maximizar la motivación en los estudiantes (Baños, 2017).

Murillo (2017) señala que la importancia del material didáctico radica en la influencia que los estímulos a los órganos sensoriales ejercen en quien aprende, es decir, lo pone en contacto con el objeto de aprendizaje, ya sea de manera directa o dándole la sensación indirecta. Por otro lado, las funciones de los recursos didácticos deben tomar en cuenta el grupo al cual va dirigido, con la finalidad de que ese recurso realmente sea de utilidad. Entre las funciones de los recursos didácticos se encuentran: a) proporcionar información, b) cumplir un objetivo, c) guiar el proceso de enseñanza y aprendizaje, d) contextualizar a los estudiantes, e) factibilizar la comunicación entre docentes y estudiantes, f) acercar las ideas a los sentidos g) motivar a los estudiantes.

Murillo (2017), señala que los recursos didácticos se clasifican en:

1. Textos impresos:
  - a. Manual o libro de estudio.
  - b. Libros de consulta y/o lectura.

- c. Biblioteca de aula y/o departamento.
- d. Cuaderno de ejercicios.
- e. Impresos varios.
- f. Material específico: prensa, revistas, anuarios.

1. Material audiovisual:

- a. Proyector
- b. Vídeos, películas, audios.

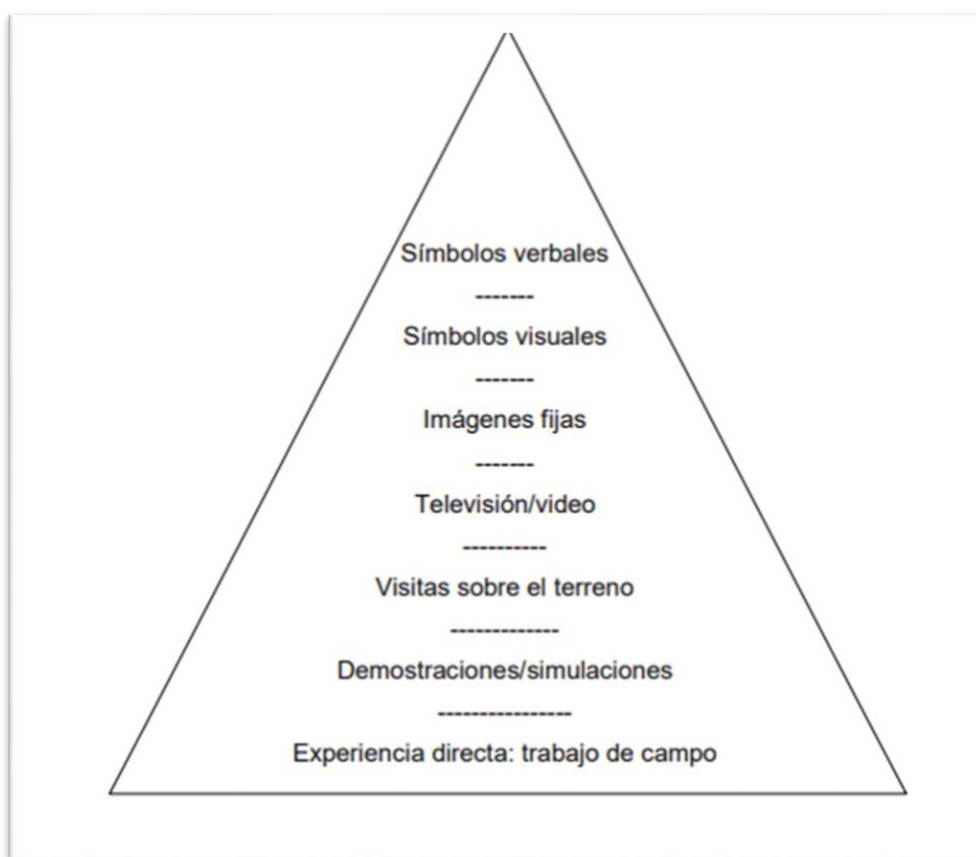
2. Tableros didácticos:

- a. Pizarra tradicional.

3. Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (nTIC):

- a. Software adecuado.
- b. Programas informáticos (DVD, Pendrive y/o ONLINE). Educativos: videojuegos, lenguajes de autor, actividades de aprendizaje, presentaciones multimedia, enciclopedias, animaciones, simulaciones interactivas y otras.
- c. Medios interactivos.
- d. Multimedia e Internet.
- e. Programas informáticos (CD u on-line) educativos: videojuegos, lenguajes de autor, actividades de aprendizaje, presentaciones multimedia, enciclopedias, animaciones y simulaciones interactivas.
- f. TV y videos interactivos.
- g. Servicios telemáticos: páginas web, weblogs, webquest, correo electrónico, chats, foros, unidades didácticas.
- h. Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje. Plataformas Educativas, Campus Virtual, Aula Virtual, e-Learning.

**Figura 3. Pirámide de Dale**



Nota: Martínez (2010).

En 1964, Edgar Dale estableció el valor de los materiales didácticos en relación con su grado de concreción/ abstracción. Creó una jerarquía de creciente abstracción donde colocó los diversos medios. El nivel del realismo de la información va permitir, mediante la utilización de la pirámide de Dale, concretar aquellos recursos más óptimos para los contenidos por desarrollar. Para ello, se debe, analizar los contenidos por impartir y seleccionar aquellos métodos que mejor

se puedan adecuar a los ritmos de aprendizaje del alumno, a la complejidad y nivel de abstracción de dichos contenidos (Martínez, 2010, pp. 22-24).

### **Área de Química Orgánica**

La química orgánica es la rama de la química que estudia la reacción química, propiedades y comportamientos de las estructuras basadas en moléculas de carbono para formar enlaces covalentes: carbono-carbono o carbono-hidrógeno y otros heteroátomos, también conocidos como compuestos orgánicos. Debido a la omnipresencia del carbono esta disciplina también es llamada química del carbono (McMurry, Mondragón & Pozo, 2008).

Los compuestos orgánicos constituyen el objeto de estudio de la química orgánica por lo cual es importante tener claro su concepto, características y clasificación. De manera que, se asigna a los compuestos orgánicos (o moléculas orgánicas) la descripción de ser aquellos que proceden de los seres vivos, es decir, son compuestos de origen biológico, los cuales se caracterizan por tener carbono como elemento principal. Esto quiere decir que todos los compuestos orgánicos contienen carbono, aunque no todos los compuestos que poseen carbono son orgánicos (Noller & Pirotsky, 2017).

Los compuestos orgánicos están presentes en todos los seres vivos, sus restos y productos. Por tanto, representan la mayoría de los compuestos conocidos. Aunque son sintetizados por los organismos (como el petróleo), algunos se pueden obtener a través de síntesis artificial en laboratorios (como la vitamina C). (Noller & Pirotsky, 2017).

Dentro de la diversidad de compuestos orgánicos existente, todos comparten una serie de características:

- Siempre tienen carbono como elemento principal, casi siempre enlazado al hidrógeno. Menos frecuentemente, presentan nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre.
- Forman enlaces covalentes estables, los cuales dan lugar a cadenas lineales, ramificadas o cíclicas.

- Pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos.
- No son buenos conductores de electricidad.
- Propiedades de los compuestos orgánicos (Coelho, Fabián y Zita, 2019).

Se denominan propiedades de los compuestos orgánicos a aquellos atributos propios de su naturaleza que caracterizan su comportamiento. Entre las más importantes se mencionan:

- Son combustibles: la mayoría de los compuestos orgánicos tienen la propiedad de arder en presencia del oxígeno.
- Tienen solubilidad: algunos compuestos orgánicos son solubles en disolventes orgánicos, como el plástico en gasolina, mientras que otros son solubles en agua, como el alcohol y el azúcar.
- Presentan isomería: es la propiedad de formar diferentes compuestos con el mismo número de átomos. Por ejemplo, la fructosa y la glucosa con compuestos diferentes con la misma cantidad de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.
- Pueden presentar aromaticidad: ciertos compuestos orgánicos presentan aroma debido a que poseen una estructura de anillos con enlaces simples y dobles intercalados.
- Puntos de ebullición y fusión: los compuestos orgánicos suelen registrar puntos de ebullición y fusión bajos (Coelho, Fabián y Zita, 2019).

### **Relación con la industria farmacéutica**

Se observa que la química orgánica, mediante sus compuestos, se encuentra interactuando a diario con todas las especies vivientes, por lo que se hace clave para la vida y por ello es importante estudiarla. La química orgánica es muy amplia en su aplicación, pues no solo es petróleo, también implica carbón, para el caso de hidrocarburos. En carbones se hacen análisis para desarrollo de la industria metalúrgica (que también pueden aplicar con hidrocarburos de alta densidad), térmicas, gas, combustible para industrias, aislantes (Martínez & Rodríguez, 2005).

Además, el carbono debidamente procesado se puede utilizar para fabricar plásticos, cauchos, asfaltos y también combustibles, lubricantes y aceites. También cubre gran parte de la industria farmacéutica, porque en su gran mayoría los compuestos orgánicos sirven de base para la fabricación de medicamentos (Martínez & Rodríguez, 2005).

Su aplicabilidad es muy variada en lo que se conoce como geoquímica orgánica. La otra parte de la química orgánica implica industrias como la farmacéutica, biocombustibles, alimentos y cosas de nuestro cotidiano vivir. En conclusión, el campo de acción se limita si se van a manejar hidrocarburos o carbohidratos. En este sentido, al referirse a un material en específico es muy importante entender sus propiedades tanto físicas como químicas y se requiere entendimiento de la química orgánica con bastante profundidad (Riveros, 2017).

Las áreas de manejo son muy grandes, pueden ir desde los procesos de extracción (propiedades del fluido en profundidad, migración, presión de pozo, pruebas de fluido, características del crudo (viscosidad, densidad, pH, composición química), así como formas de transporte, y también los procesos de refinación (formación de subproductos como plásticos, gomas, cauchos, gasolina, gas licuado). (Riveros, 2017).

Noller & Pirotsky (2017), crearon una lista la cual mencionaban los compuestos orgánicos más importantes a nivel de salud:

- Proteínas, como las enzimas, las fibras musculares y los anticuerpos.
- Lípidos, presentes en los aceites y la mantequilla; también el colesterol y los triglicéridos en la sangre; las ceras y los esteroides.
- Carbohidratos, como la glucosa, la sacarosa y la fructosa.
- Hidrocarburos, como el benceno o el petróleo.
- Ácidos nucleicos, como el ADN o el ARN.

### **Referentes Universitarios**

Los referentes son criterios claros y públicos que permiten juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto, cumple con unas expectativas comunes de calidad. Estos permiten hacer una serie de evaluaciones o comparaciones entre temas del mismo contexto. Expresan lo básico que se espera que aprendan todos los estudiantes en cada una de las áreas, a lo largo de su paso por la educación. Asimismo se tienen los referentes de calidad, los cuales se caracterizan por guiar con calidad la actividad pedagógica propuestos por el Ministerio de Educación Nacional.

Los referentes se utilizan de manera que:

- Se pueda adecuar al contexto mediato, regional y nacional a través del Proyecto de Educación Institucional (PEI).
- Utilizarlos como un insumo para el diseño del currículo, el plan de estudios, y los proyectos escolares, los cuales se materializan en el trabajo de aula.
- Usarlos como orientación para el diseño de las prácticas evaluativas institucionales.
- Desplegar su creatividad y saber pedagógico en el diseño de estrategias para que todos los estudiantes tengan múltiples oportunidades de aprender y desarrollar sus competencias para alcanzar o superar los estándares.
- Garantizar coherencia transversal, es decir, acudir a ejes articuladores entre las diversas disciplinas y coherencia vertical de acuerdo con los procesos de desarrollo biológico y psicológico de los estudiantes.

## **Referente nacional**

### **Universidad de Costa Rica**

#### ***Trayectoria***

La Universidad de Costa Rica es una institución de educación superior abanderada de la enseñanza humanista. El 12 de marzo de 2001 los diputados y diputadas de la Asamblea Legislativa, tomando en cuenta el aporte de la UCR al país, la declaran Institución Benemérita de la Educación y la Cultura Costarricense mediante la Ley N° 8098. Desde su constitución en 1940 esta Institución goza de Autonomía Universitaria (Universidad de Costa Rica [UCR], 2021).

Esta institución busca, en primer lugar, fortalecer la excelencia académica mediante el desarrollo y el incentivo permanente de una cultura de calidad, con una articulación estrecha entre docencia, acción social e investigación y por medio de la actualización de los planes de estudio en grado y posgrado en todas sus sedes universitarias, la generación de carreras innovadoras, el mejoramiento continuo y la formación de alto nivel del personal académico y administrativo, con el fin de atender, de manera pertinente, las necesidades de la sociedad costarricense y potenciar su liderazgo en el desarrollo de la educación nacional (UCR, 2021).

En segundo lugar, potenciar la generación de conocimiento científico, tecnológico, sociocultural e innovador en todas las unidades de la Universidad y entre disciplinas, así como incorporarse a redes académicas internacionales, basadas en el reconocimiento recíproco, el respeto y los beneficios compartidos, con miras a fortalecer la cultura académica (UCR, 2021).

La Universidad de Costa Rica ofrece una amplia gama de carreras para cubrir la demanda de profesionales de la sociedad costarricense y ofrece a los(as) estudiantes una formación académica, investigativa y humanista en cada una de sus diferentes escuelas. La Institución ofrece opciones de pregrados y grado: 12 diplomados, 195 bachillerato y 176 de licenciatura. Además, imparte más de un centenar de carreras de posgrado avaladas por el Centro de Evaluación Académica, 76 especialidades, 91 maestrías profesionales, 81 maestrías académicas y 12 doctorados (UCR, 2021).

Además, la UCR está presente a lo largo y ancho del territorio nacional, se evidencia con el funcionamiento de 12 sedes y recintos universitarios (la Sede de Occidente, la Sede del Atlántico, Sede de Guanacaste, Sede del Caribe, la Sede del Pacífico, la Sede del Sur, Sede Interuniversitaria de Alajuela). Las sedes regionales son alternativas de educación superior que se crearon en diversas regiones del país, con el fin de democratizar el acceso a la educación y propiciar una transformación integral de la sociedad costarricense para el logro del bien común. De esta manera, la UCR cuenta con un proceso de admisión y un sistema de becas que permite a cualquier aspirante nacional o extranjero lograr su ingreso por méritos académicos (Sistema de Información UCR, 2021).

Dentro de la trayectoria de esta universidad se incluye el 90% de sus carreras acreditadas y reacreditadas, también, dentro del área de investigación existen: 48 unidades de investigación científica (34 centros, 13 institutos, 1 programa); 2 estaciones experimentales; 1395 proyectos, programas y actividades de investigación vigentes; 1867 investigadores de la UCR a cargo de proyectos. Esta universidad cuenta con convenios tanto nacionales como internacionales y becas en el extranjero. Por ello, el título de licenciado en Farmacia tiene reconocimiento a nivel extranjero (el examen se aprueba en su totalidad con un 70% de nota (el promedio de las 5 áreas) y un mínimo de 60% en cada área). (Sistema de Información UCR, 2021).

Es una institución financiada por el Estado que alberga a más de 40 000 estudiantes en todas sus sedes. La Universidad también cuenta con programas deportivos, recreativos y artísticos, grupos de representación y programas como el de voluntariado y el de liderazgo, los cuales permiten que el estudiante se involucre, tanto dentro como fuera de la comunidad universitaria, y fortalezca su desarrollo humano. Asimismo, la UCR brinda servicios a nivel nacional como lo son: el Programa Integral de Adultos Mayores, fincas, reservas y jardines botánicos, museos (Museo de Insectos, Museo de Zoología, Museo Integral en Cultura e Identidad Nacional, Museo Omar Salazar Obando y Museo Regional de San Ramón, Museo de la Universidad de Costa Rica, Red de Áreas Protegidas (RAP)), Observatorio del Desarrollo (OdD) y el Laboratorio de Ensayos Biológicos (LEBI)). Planetario, bibliotecas, revistas académicas, repositorios entre otros (UCR, 2021).

### ***Facultad de Farmacia***

UCR (2021) señala que la carrera de Licenciatura en Farmacia de la Universidad de Costa Rica, forma una persona profesional en el área de la salud especialista en medicamentos y productos de interés sanitario, capacitada para contribuir con la investigación y desarrollo, producción, control de calidad, regulación, promoción, dispensación, aplicación, evaluación y optimización del uso de los medicamentos, cosméticos, productos naturales, equipo y material biomédico y artículos farmacopeicos; con competencias que le permitan ser miembro esencial del equipo de salud, tomador de decisiones, comunicador, líder, administrador, estudiante de por vida y maestro, comprometido con la investigación, la calidad y la excelencia profesional, que vela

por el mantenimiento de la salud pública mediante su participación activa en la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad, con altos valores éticos y humanistas.

Por su parte, esta universidad cuenta con un título de Licenciatura en Farmacia con un total de 181 créditos y una duración de 11 semestres. La estructura del plan de estudios es flexible en las asignaturas optativas a partir del octavo semestre. Así, el alumno tiene la opción de cursar materias de otros programas académicos que le darán mayor preparación en áreas específicas del conocimiento (UCR, 2021).

La Facultad de Farmacia de la Universidad de Costa Rica sigue siendo un referente nacional, a través de sus acciones en docencia, investigación y acción social, pues tiene como objetivo en docencia: Desarrollar y mejorar la formación de los estudiantes en grado de posgrado a través de docentes especializados y preparados en las diferentes áreas de las ciencias Farmacéuticas. En investigación, busca fomentar la investigación de calidad en las diferentes áreas de las ciencias farmacéuticas, estimulando la participación de los estudiantes en estas. Por último, Acción Social se enfoca en fortalecer el vínculo con la sociedad costarricense a través de actividades de capacitación, educación, trabajo comunal, venta de servicios y asesorías en las diferentes áreas del quehacer farmacéutico (UCR, 2021).

La UCR tiene el Instituto de Investigaciones Farmacéuticas (INIFAR), una unidad académica adscrita a la Facultad de Farmacia, dedicada a realizar investigación, desarrollo, vínculo externo y proyección social de las ciencias farmacéuticas, en procura de la salud pública y del avance científico-tecnológico del país. Está conformado por Laboratorio de Fitofarmacología y Tecnología Farmacéutica y Cosmética (LAFITEC), Laboratorio de Análisis y Asesoría Farmacéutica (LAYAFA), Laboratorio de Biofarmacia y Farmacocinética (LABIOFAR) y Centro Nacional de Información de Medicamentos (CIMED); además, una revista científica denominada “Atención Farmacéutica: la Farmacoterapia” (UCR, 2021).

Por otro lado, la UCR posee un Sistema de Estudios de Posgrado en Farmacia, con cuatro maestrías, cuyos objetivos se centran en ofrecer áreas de especialización correspondientes a las necesidades del profesional y del mercado costarricense:

- Maestría Académica en Análisis y Control de Calidad de Medicamentos.
- Maestría Académica en Farmacodependencia.
- Maestría Profesional en Análisis y Control de Calidad de Medicamentos.
- Maestría Profesional en Atención Farmacéutica (UCR, 2021).

### *Enfoque en Química Orgánica*

El programa de Farmacia de la Universidad de Costa Rica (2021) divide la Química Orgánica en dos: Química Orgánica I y Química Orgánica II; sin embargo, los objetivos de ambas materias son muy similares, se describen:

- Aplicar las técnicas de laboratorio más comunes de Química Orgánica en procesos químicos sencillos.
- Adquirir habilidades para armar los aparatos utilizados en los experimentos, manipular la instrumentación, así como reactivos orgánicos.
- Trabajar en el laboratorio con orden y eficiencia, aprovechando al máximo el tiempo, tomando en cuenta las precauciones y medidas de seguridad establecidas.
- Relacionar los aspectos estudiados en la teoría con los diferentes fenómenos observados en el laboratorio.
- Realizar síntesis orgánicas sencillas, así como la separación y purificación de los productos de interés.
- Comprender los factores que afectan los procesos de síntesis orgánica.
- Emplear la literatura para explicar los diferentes fenómenos y técnicas que se ven en el laboratorio.
- Aprender a redactar de manera clara y concisa los informes de laboratorio, en los cuales elaboren e interpreten, de manera adecuada y correcta, los cuadros de resultados.

### *Modelos teóricos de aprendizaje*

La (UCR, 2021) señala que los aspirantes a estudiar farmacia deben tener un perfil de ingreso deseable. Dentro de las características y habilidades deseables están las siguientes: vocación y facilidad para las ciencias naturales (matemática, física, química y biología); capacidad para la comprensión, análisis, síntesis y abstracción de la lectura en español e inglés; disposición para el trabajo con instrumentos científicos y animales de laboratorio para la investigación; espíritu de servicio, responsabilidad y solidaridad, orden y disciplina; disposición para mantener buenas relaciones interpersonales, manejo básico de lectura y comprensión en inglés.

Además, existe una serie de tareas típicas por desarrollar por parte del estudiante de Farmacia, durante su formación y por las cuales las habilidades anteriores son deseables:

- Manejo de conocimientos teóricos y prácticos de química, matemática, física y biología, básicas y aplicadas.
- Realización de estudios físico-químicos y analíticos de formas farmacéuticas, materias primas de uso farmacéutico y productos afines (cosméticos, suplementos nutricionales, productos naturales, materiales y equipo biomédico).
- Análisis de estudios biofarmacéuticos y farmacocinéticos.
- Fabricación, análisis y estudio de control de calidad de medicamentos.
- Estudio del efecto de los medicamentos en animales de laboratorio.
- Visita a las diferentes áreas de trabajo profesional farmacéutico como lo son las farmacias de comunidad, hospitales, clínicas e industria farmacéutica.
- Actividades de atención farmacéutica como dispensación, indicación farmacéutica, farmacovigilancia, información de medicamentos, seguimiento farmacoterapéutico, promoción de la salud y prevención de la enfermedad.
- Integración de los conceptos de fisiopatología y farmacoterapia en casos concretos.
- Manejo y aplicación de la legislación que regula la actividad profesional farmacéutica (UCR, 2021).

## Referentes Internacionales

### Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

#### *Trayectoria*

La Universidad Nacional Autónoma de México ha desempeñado un papel protagónico en la historia y en la formación de México. Las tareas sustantivas de esta institución pública, autónoma y laica, son la docencia, la investigación y la difusión de la cultura. En el mundo académico es reconocida como una universidad de excelencia. La UNAM responde al presente y mira el futuro como el proyecto cultural más importante de México (Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], 2021),

La UNAM ofrece una amplia y variada oferta educativa. Posee 42 programas de posgrado con 94 planes de estudio de maestría y doctorado, 42 programas de especialización con 266 orientaciones. A nivel de licenciatura tiene 130 carreras (en las áreas de las ciencias físico-matemáticas, ingenierías, ciencias biológicas, químicas y de la salud, ciencias sociales, humanidades y artes) con 236 opciones educativas para cursarlas; en técnico profesional tiene 37 carreras y educación media superior posee 3 planes de estudio de bachillerato (Agenda Estadística UNAM, 2020).

Además, cuenta con 31 sedes académicas, tanto en la ciudad de México como en el interior de la República. Consta de una oferta académica que brinda información de cada una de las licenciaturas, incluyendo descripción, perfil del aspirante, duración y modalidad de los estudios, requisitos de ingreso, plan de estudios, opciones de titulación, campo y mercado de trabajo, situación laboral de los egresados, entidad académica donde se imparte, servicios a los estudiantes, entre otros aspectos (UNAM, 2021).

Dentro de la trayectoria de la institución se incluyen carreras acreditadas y posgrados de excelencia, en un 85% de carreras acreditadas o en proceso de acreditación en el 2020. También dentro del área de investigación existen, en el mismo año, 4,943 académicos en el Sistema Nacional de Investigadores. Del total de artículos científicos publicados por académicos

mexicanos 25% corresponden a investigadores de la UNAM, con un subsistema de investigación científica de 23 institutos, 7 centros y 4 programas con 4,246 artículos especializados, publicados en revistas internacionales arbitradas en 2019 (Agenda Estadística UNAM, 2020).

Asimismo, la UNAM brinda servicios nacionales en: Servicio Sismológico Nacional, Observatorio Astronómico Nacional, Jardín Botánico Nacional, Biblioteca Nacional, Hemeroteca Nacional, Red Mareográfica Nacional, Herbario Nacional, tres reservas ecológicas, el monitoreo del volcán Popocatepetl y 33 laboratorios nacionales reconocidos por el Conacyt a (Agenda Estadística UNAM, 2020).

### ***Facultad de Farmacia***

La UNAM (2021) plantea que el licenciado en Farmacia es el profesional del ámbito de la salud con conocimientos, habilidades y actitudes éticas, con una formación técnico-científica y humanística, que le permite contribuir al desarrollo, modificación, producción y evaluación de los fármacos, medicamentos y cosméticos, así como seleccionar, dispensar y emplear los medicamentos mediante su uso racional.

Asimismo, en equipos interdisciplinarios trabaja en la prevención, el tratamiento y el control de enfermedades, con optimización de los recursos y asegurando la calidad de los bienes y servicios de salud. Es el responsable del desarrollo, la producción y la inspección de medicamentos, productos biológicos de higiene y uso cosmético, vigila los parámetros que permiten su evaluación y control de calidad e, inclusive, su empleo terapéutico y tóxico. Los principales campos de acción donde se desenvuelve el egresado son:

- Industria farmacéutica.
- Industria cosmética.
- Industria biotecnológica.
- Farmacia clínica (UNAM, 2021).

Por su parte, esta universidad cuenta con un título de licenciatura en Farmacia con una modalidad de escolarizado, un total de 372 créditos y una duración de 8 semestres (4 años). Se destaca que esta carrera cuenta con las áreas de farmacia con enfoque diferentes: licenciatura en Farmacia y licenciatura en Química Farmacéutico Biológica. La estructura del plan de estudios es flexible en las asignaturas optativas a partir del quinto semestre. Así, el alumno tiene la opción de cursar materias de otros programas académicos que le darán mayor preparación en áreas específicas del conocimiento (UNAM, 2021).

El título de licenciado en Farmacia tiene homologación internacional. Por tanto, un licenciado en Farmacia certificado puede laborar en países europeos o en Estados Unidos, particularidad que no tienen otros títulos de licenciatura farmacéuticos nacionales. En la FES Cuautitlán existen programas de intercambio nacional e internacional que promueven la movilidad estudiantil. El alumno con cuatro semestres cumplidos y promedio de 8.5 podrá cursar un semestre en alguna universidad nacional o del extranjero (UNAM, 2021).

La UNAM también cuenta con diversos beneficios para sus estudiantes en farmacia, entre ellos se encuentran:

- Instalaciones y servicios: Laboratorios experimentales, plantas industriales, los Centros de Asimilación Tecnológica y de Servicios al Comercio Exterior, así como la Unidad de Enseñanza Agropecuaria (UEA), son parte de las instalaciones de la FES Cuautitlán.
- Intercambio académico: La Facultad sostiene intercambio a través de estancias, visitas, cursos y conferencias con distintas universidades y centros de estudio, principalmente con Gran Bretaña y Estados Unidos.
- Apoyos extracurriculares: La Unidad de Asuntos Estudiantiles organiza programas extracurriculares culturales, sociales, humanísticos, artísticos y de atención a la salud.
- Actividades culturales y deportivas: Talleres de baile de salón, guitarra, oratoria, teatro, pintura, artes plásticas, danza contemporánea, son parte de la oferta cultural de la Facultad. En ella se practican diversos deportes; además, posee las escuelas de fútbol infantil, básquetbol infantil *Pumita*, y una ludoteca (UNAM, 2021).

Esta Universidad tiene un programa de posgrado para los estudiantes en Farmacia, denominado “Programa de Especialización en Farmacia Hospitalaria y Clínica”, esta especialidad proporciona los elementos teórico-prácticos en el entorno asistencial, para que, en colaboración con el equipo de salud, se lleve a cabo un uso seguro, costo efectivo y con calidad de los medicamentos, para auxiliar en programas de promoción de la salud y prevención de la enfermedad. Además, colaborar con el equipo de salud en el diseño de modelos de intervención, técnicas y estrategias para la puesta en marcha de servicios y programas dentro de la profesión farmacéutica.

### ***Enfoque en Química Orgánica***

La carrera de Farmacia posee varias químicas en su plan de estudio; sin embargo, por el interés de este trabajo, se resaltan las Químicas Orgánicas, las cuales según la UNAM (2021) se dividen en tres:

*Química Orgánica I:* Su objetivo es reconocer, representar y nombrar los diferentes compuestos orgánicos, conociendo la fuente natural y los métodos sintéticos que permiten procesar o elaborar estos compuestos. Donde el estudiante sea capaz de predecir propiedades físicas y químicas como: solubilidad, temperatura de ebullición, acidez, basicidad y reactividad característica de cada grupo funcional, con base en efectos electrónicos, estéricos, polaridad y estructura tridimensional. Conocerá ejemplos de aplicación y/o interés biológico que le permitan relacionar la Química Orgánica con otras áreas del conocimiento.

Seguidamente, la *Química Orgánica II:* Esta busca reconocer, representar y nombrar compuestos orgánicos que corresponden a otros grupos funcionales, los cuales se complementan con aquellos revisados en el curso anterior y en total conforman los grupos funcionales más comunes de la Química Orgánica. También, busca conocer la fuente natural y los métodos de síntesis que permiten procesar o elaborar estos compuestos.

En función de la estructura y el grupo funcional que posea un compuesto, predecir propiedades físicas y químicas como: solubilidad, temperatura de ebullición, acidez, basicidad, así como la reactividad característica de cada grupo funcional con base en efectos electrónicos,

esféricos, polaridad y estructura tridimensional. Integrará la información obtenida de cada uno de los grupos funcionales para aplicarla en la estrategia de síntesis de algunos compuestos con actividad farmacológica. Adicionalmente, en cada uno de los capítulos del programa conocerá ejemplos de aplicación y/o interés farmacéutico que le permitan relacionar la química orgánica con otras áreas del conocimiento con el propósito de fomentar su interés hacia la asignatura.

Por último, la *Química Orgánica III*: Tiene como fin integrar los conocimientos adquiridos en los dos cursos de Química Orgánica anteriores para nombrar adecuadamente compuestos heterocíclicos y facilitar el estudio de las reacciones más importantes que conducen a su formación, así como el tipo de reacciones que llevan a cabo. Lo anterior, considerando el efecto electrónico, estérico y estereoquímico. También, busca demostrar la abundante participación e importancia de estos compuestos en sistemas biológicos, además de que representan un número significativo como principios activos en fármacos de uso comercial. Además, realizar la síntesis de algunos compuestos que presentan actividad biológica.

### ***Modelos teóricos de aprendizaje***

La (UNAM, 2021) señala que los aspirantes a estudiar la carrera de Farmacia deben tener ciertas características: Haber cursado el área Químico Biológica del bachillerato y contar con conocimientos básicos en biología, química, física, inglés (mínimo a nivel de traducción y comprensión de textos) y computación; además, destreza manual y buena concentración, necesarios para el manejo adecuado de instrumentos en el laboratorio. Se requiere también de disciplina, orden, tenacidad y capacidad para trabajar en equipo, pues estas cualidades son elementos que le facilitarán al alumno la conducción de grupos laborales cuando se encuentre al frente de ellos.

Además, se necesita capacidad de observación y análisis objetivo, interés para dar soluciones prácticas a los problemas que se le presenten, iniciativa y criterio para utilizar y adaptar nuevas técnicas, así como creatividad.

A continuación, se observa un cuadro, extraído del programa de estudio de la carrera de Farmacia de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde señala con una marca “X”, en la columna, las técnicas, recursos, instrumentos y evaluaciones que utiliza esta universidad como modelo teórico de aprendizaje.

**Tabla 3. Metodologías de enseñanza-aprendizaje 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		

Fuente: UNAM (2021).

## **Universidad Complutense de Madrid (UCM)**

### ***Trayectoria***

La Universidad Complutense de Madrid es una institución pública de calidad que posee un importante patrimonio histórico y una extensa oferta académica y cultural de ocio con la cual disfrutar del arte, la literatura, la música, el teatro, los museos, los festivales y el deporte. Asume un triple ideal: formar profesionales útiles a la sociedad, promover la investigación científica y difundir el conocimiento y los valores inherentes a la Universidad. Es una institución de larga trayectoria y amplio reconocimiento social situada entre las primeras universidades de Europa y consolidada como centro de referencia para el continente latinoamericano.

Los estudiantes son el eje de su actividad; la UCM apuesta por una formación integral y crítica del más alto nivel. La calidad docente es un auténtico “sello complutense” y los programas de posgrado una prioridad. Los másteres y doctorados de la Universidad Complutense cuentan con los recursos humanos y materiales que garantizan su excelencia. El acercamiento y la intensificación de las relaciones con la sociedad y con el entorno productivo es una de sus prioridades para los próximos años.

Sus casi doscientos años de historia no le han impedido estar en la vanguardia de la innovación y contar con una de las ofertas educativas más amplias. La institución oferta 91 grados, 165 másteres universitarios, 185 títulos propios, 59 programas de doctorado y 160 cursos de formación continua. La Complutense logró el primer puesto en el ranking de las 50 carreras. El ranking considera que la Complutense es la universidad española con más grados demandados (24) y uno de los mejores centros universitarios para cursarlos. De igual forma, esta institución está formada por 26 facultades, 9 centros adscritos, 39 institutos universitarios, 7 escuelas de especialización profesional, 184 departamentos, 13 clínicas y hospitales universitarios, 18

Centros de Apoyo a la Investigación (CAI) e Instalaciones Científico-Tecnológicas Singulares (ICTS), 38 colegios mayores y 32 bibliotecas.

La UCM posee un gran potencial investigador y muchos de sus grupos de investigación ocupan posiciones de liderazgo internacional. Esta apuesta por desarrollar polos de excelencia basados en grandes redes de grupos de calidad, impulsar los grupos emergentes e integrar a los jóvenes investigadores. Desde luego, busca vincular la investigación con la formación a todos los niveles de grado y posgrado que gozan de amplia aceptación en el ámbito laboral. Además, esta universidad tiene convenios a lo largo de mundo por lo que, el título de licenciatura en Farmacia cuenta con reconocimiento nacional e internacional.

La Complutense dispone de la mayor biblioteca del país, solo superada por la Biblioteca Nacional, con más 3.000.000 de volúmenes y un fondo histórico de más de 232.000 ejemplares. Ofrece cerca de 11.000 puestos de lectura distribuidos en 32 bibliotecas de centro, además de la Biblioteca Histórica. Posee también un importante patrimonio histórico recogido en museos y colecciones y una extensa oferta cultural con la que disfrutar del arte, la literatura, la música, el teatro, museos y festivales.

También, cuenta con la Oficina de Prácticas y Empleo; la Unidad de Igualdad de Género; la Unidad de apoyo a la Diversidad e Inclusión; el Colegio Complutense en Harvard; la Escuela de Doctorado; el Centro Superior de Idiomas, donde se pueden estudiar hasta 33 idiomas distintos. La Casa del Estudiante, la Unidad de Cooperación y Desarrollo; la Oficina de Acogida a las Personas Refugiadas; los Cursos de Verano; la Escuela Complutense de Verano; la Universidad para Mayores y la Escuela Complutense Latinoamericana, entre otros.

### ***Facultad de Farmacia***

La Universidad Complutense de Madrid [UCM] (2021), señala que el farmacéutico es el experto en el medicamento, tanto en sus aspectos químicos y biológicos como en su aplicación sanitaria. Además, su formación multidisciplinar ha determinado que numerosos farmacéuticos hayan contribuido al desarrollo científico en campos tan diferentes como distintas ramas de la

botánica, química, bioquímica, nutrición, bromatología, edafología, parasitología, microbiología, entre otras. Igualmente, se debe destacar su amplia participación en el desarrollo de la Universidad, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de la industria farmacéutica y de la gestión medioambiental.

La Facultad de Farmacia de la UCM, situada en el campus de Moncloa, dispone de la infraestructura y los servicios necesarios para la impartición del grado. En los edificios que constituyen la Facultad, edificio Prof. D. Antonio Doadrio López y edificio Ampliación o Aulario, se imparte la Licenciatura en Farmacia (a extinguir) y el nuevo Grado en Farmacia, adaptado a la metodología docente del Espacio Europeo de Educación Superior.

La Facultad de Farmacia, alineada con la Política de Calidad de la Universidad Complutense de Madrid, tiene como objetivo prioritario proporcionar una formación de la máxima calidad a sus estudiantes y es consciente de que desarrollar y garantizar una cultura de calidad, implica sobre todo una reflexión permanente que se traduzca en una mejora continua en la actividad docente y en la labor investigadora del profesorado, en el fomento de jóvenes talentos y en los servicios de gestión y de apoyo a la docencia y la investigación. La Facultad se compromete a desarrollar las directrices que se acuerden en materia de calidad y para ello empleará todos los recursos técnicos, económicos y humanos a su disposición, siempre dentro del estricto cumplimiento de los requisitos legales aplicables, tanto a nivel autonómico como estatal, y adaptándose, igualmente, a los estándares europeos, siguiendo para ello las directrices de las Agencias de Evaluación Nacionales e Internacionales.

La Facultad también es un gran centro de investigación donde se trabaja en los múltiples campos que constituyen las ciencias farmacéuticas. Cuenta con la Comisión de Investigación de la Facultad de Farmacia, la cual tiene como función el asesoramiento a la labor investigadora del Centro: investigadores, grupos de investigación y directores de los grupos de investigación en todo aquello que tenga que ver directa o indirectamente con la política científica desarrollada por la Universidad Complutense; llevar a cabo la propuesta de resolución de contratos predoctorales de personal investigador en formación UCM y cualquier otra función que le atribuya la normativa vigente o le delegue la Comisión de Investigación de la UCM.

La Universidad cuenta en primer lugar con un programa de grado: Grado en Farmacia, doble grado en Nutrición y Farmacia. En segundo lugar con programas de máster; Máster Universitario en Análisis Sanitarios, Máster Universitario en Descubrimiento de Fármacos, Máster Universitario en Farmacia y Tecnología Farmacéutica, Máster Universitario en Microbiología y Parasitología: Investigación y Desarrollo. En tercer lugar, programas de doctorado: Doctorado en Farmacia, Doctorado en Microbiología y Parasitología, Doctorado en Química Médica. Por último, Programas de título propio de la UCM entre ellos: Máster Propio UCM en Farmacia Industrial y Galénica, Máster Propio UCM en Nutrición, Máster Propio UCM en Nutrición y Dietética para la Promoción de la Salud, Máster Propio UCM en Sanidad Ambiental, Experto en Nutrición y Planificación Dietética, Experto en Laboratorio de Análisis Clínicos.

### ***Enfoque en Química Orgánica***

La Licenciatura en Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid tiene un plan de estudios amplio: son las materias de química, en este caso y por el objetivo del trabajo se enfoca específicamente en Química Orgánica. La UCM la divide en dos:

*Química Orgánica I:* Esta asignatura se basa en el desarrollo de aspectos básicos de la materia referentes a la estructura de los compuestos orgánicos, estereoquímica, reactividad y sistemática de grupos funcionales. Dentro de sus objetivos específicos se encuentran: utilizar correctamente la terminología de la química orgánica empleada en cada momento, el lenguaje y los conceptos adecuados; conocer las normas básicas de nomenclatura de compuestos orgánicos; conocer los principales tipos de reacciones orgánicas sobre grupos funcionales. También, conocer y proponer mecanismos de reacción para transformaciones sencillas; aplicar las técnicas espectroscópicas de RMN e IR a la determinación estructural de los compuestos orgánicos; distinguir entre reacciones de sustitución, eliminación, adición y transposición y por último, proponer rutas de síntesis de compuestos sencillos.

Asimismo, se realiza una breve descripción de los contenidos de esta materia: nomenclatura de compuestos orgánicos, estereoisomería de los compuestos orgánicos, reactividad de hidrocarburos saturados, insaturados y aromáticos. Grupos funcionales con enlace sencillo C-heteroátomo, introducción a la determinación estructural de compuestos orgánicos por métodos espectroscópicos.

*Química Orgánica II:* Esta asignatura se basa en el desarrollo de la síntesis y reactividad de los compuestos carbonílicos y de compuestos disfuncionales. Además, aborda aspectos fundamentales de la química heterocíclica y los fundamentos estructurales y de reactividad de algunas moléculas biológicas. Dentro de sus objetivos específicos se encuentran: conocimiento de las normas básicas de nomenclatura de compuestos heterocíclicos; conocimiento de las principales reacciones de compuestos carbonílicos y disfuncionales; conocimiento de las principales reacciones de los hidratos de carbono y de los aminoácidos; conocimiento de la estructura y principios de reactividad de los heterociclos principales. Por último, aplicación de los objetivos anteriores para poder proponer rutas de síntesis de compuestos disfuncionales y heterocíclicos.

De igual forma, se realiza una breve descripción de los contenidos de esta materia: síntesis y reactividad de compuestos carbonílicos: aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y derivados; síntesis y reactividad de compuestos disfuncionales; productos naturales: hidratos de carbono y aminoácidos; nomenclatura, síntesis y reactividad de compuestos heterocíclicos

### ***Modelos teóricos de aprendizaje***

Se seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en clases expositivas o magistrales de teoría, clases de seminario, tutorías y actividades dirigidas y clases prácticas.

Clases teóricas presenciales: (2 horas/semana durante todo el curso) estas clases serán expositivas y en ellas se desarrollarán, de forma oral, los epígrafes indicados en el programa de la

asignatura, como clases presenciales, lo cual permitirá al alumno obtener una visión global y comprensiva de ella. Se hará uso de la pizarra y de presentaciones PowerPoint. Al final del tema se podrán plantear nuevas propuestas que permitan interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura o con otras. Previamente a la exposición, todo el material presentado necesario para el seguimiento de las clases estará a disposición de los alumnos en el campus virtual.

Clases de seminario: Tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones/ejercicios. Para ello, se proporcionará a los estudiantes una colección de ejercicios relacionados con cada tema de los que consta la asignatura. El profesor explicará algunos ejercicios tipo (que se indicarán como tal en el enunciado) y el resto lo resolverán los estudiantes como trabajo personal. Algunas de las cuestiones estarán relacionadas con aspectos no descritos en el desarrollo teórico de la asignatura, para que los alumnos puedan utilizar los conocimientos adquiridos en la justificación de los hechos planteados.

Tutorías presenciales/Actividades dirigidas: Se programarán ocho sesiones presenciales de tutorías (cuatro en cada semestre para todos los alumnos) con grupos reducidos de estudiantes sobre ejercicios relacionados con el temario de la asignatura. En las primeras sesiones de tutoría el profesor revisará y corregirá, si es el caso, las soluciones propuestas por los alumnos, resolverá las dudas y dificultades que se hayan presentado en la resolución de los ejercicios propuestos y orientará a los alumnos para la solución correcta de los ejercicios que estuvieran mal planteados o resueltos. En las sesiones posteriores se revisarán definitivamente las soluciones de los ejercicios planteados y se resolverán las últimas dudas y dificultades.

Prácticas de laboratorio: Se desarrollarán prácticas de laboratorio con contenidos directamente relacionados con los teóricos y adecuadamente espaciados, para constituir un complemento y apoyo a las clases teóricas y seminarios. Se realizarán diez sesiones experimentales de laboratorio (3,5 horas/sesión) distribuidas de la siguiente manera: cinco sesiones durante una semana en el primer semestre y otras cinco sesiones durante una semana del segundo semestre. En las sesiones se llevarán a cabo experimentos seleccionados entre los propuestos en el programa práctico de la asignatura, recogidos en el guion de prácticas. Durante

el período de prácticas se impartirán un total de 10 horas de seminario, en el segundo semestre, donde se explicarán conocimientos básicos sobre las técnicas de determinación estructural de compuestos orgánicos.

Previamente a la realización de las prácticas, los estudiantes deberán buscar en la bibliografía toda la información y datos necesarios para llevarlas a cabo. Los estudiantes prepararán un esquema de la práctica que recoja, de forma sencilla y clara, cada uno de los pasos por seguir, reacciones ajustadas y datos de importancia, que entregarán al profesor. A continuación, llevarán a cabo la práctica e irán desarrollando, paralelamente, un cuaderno de laboratorio sobre su trabajo, que refleje, de manera detallada, cada una de las operaciones y reacciones. El profesor lo supervisará y discutirá con el estudiante, con resolución de las dudas presentadas durante el desarrollo del trabajo. El cuaderno de laboratorio se entregará al profesor al final de las sesiones del segundo semestre.

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

#### **Enfoque de la Investigación**

Baptista, Hernández y Fernández (2014) señalan que el enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. De igual forma, los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos, estas actividades sirven para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes y después perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación y resulta un proceso más bien “circular” donde la secuencia no siempre es la misma (p.7).

Tomando en cuenta la descripción mencionada, esta investigación tiene un enfoque cualitativo, pues para llevar a cabo la investigación se requiere tanto recolectar como analizar la

información obtenida de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (UIA), con respecto a referentes nacional e internacionales; como apoyo para conocer el grado de acercamiento, diseños y contenido que tienen estas prácticas.

### **Diseño de Investigación**

El diseño de la investigación es de tipo investigación - acción, pues, de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018) este diseño:

Busca comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente (grupo, programa, organización o comunidad), frecuentemente aplicando la teoría y mejores prácticas, de acuerdo con el planteamiento que necesita resolverse y con que se pretende lograr el cambio. Asimismo, se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para proyectos, procesos y reformas estructurales.

Hernández y Mendoza (2018), señalan que este diseño, en su esencia, propicia el cambio social, transforma la realidad cualquiera que sea su índole para que las personas tomen conciencia de su papel durante el proceso de transformación, es decir no solo cumple funciones de diagnóstico y producción de conocimiento, sino que además se tiene la expectativa de ir más allá del problema para distinguir la necesidad de realizar mejoras en beneficio de su calidad de vida.

Por lo tanto, este trabajo presenta un diseño de investigación-acción, pues se realizará una evaluación de las metodologías de aprendizaje de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, donde se observará el proceso de aprendizaje de los estudiantes a través del desempeño de estos en los laboratorios.

### **Fuentes de Información**

Hernández y Mendoza (2018) mencionan que las fuentes de información son un instrumento que proporciona datos para reconstruir hechos y bases de conocimiento. También consideran fundamental para una investigación cualitativa de tipo investigación-acción, la

identificación de las fuentes de información, ya sean grupos, organizaciones e investigadores potenciales, pues la relación con esta puede ser un vínculo de gran utilidad para la investigación. Las fuentes de información tomadas en cuenta fueron primarias, secundarias y terciarias, detalladas a continuación.

### **Fuentes primarias**

Estas fuentes contienen información de primera mano, es decir es información directa y original que no ha sido manipulada o interpretada por otras personas. Las fuentes de información primarias utilizadas para la investigación fueron tomadas de libros, artículos científicos, monografías, publicaciones periódicas, tesis publicadas relacionadas con metodologías de aprendizaje, metodologías activas, desempeño en laboratorio de química, informes técnicos de instituciones públicas, artículos científicos y foros (González & Álvarez, 2016).

### **Fuentes secundarias**

Las fuentes de información secundarias se pueden ver como un resumen, interpretación, análisis o reorganización de las fuentes primarias, compilaciones, comentarios de artículos, de libros o tesis. Estos pueden ser también libros en los cuales se desarrolla un tema partiendo de su propia recopilación de datos. Parte de estas fuentes seleccionadas son el análisis e interpretaciones de normativas, mayoritariamente (González & Álvarez, 2016).

### **Fuentes terciarias**

Rodríguez (2008) menciona que las fuentes terciarias reúnen fuentes de segunda mano, tales como directorios, guías de índices, manuales, catálogos de revistas periódicas y títulos de reportes con información gubernamental. Como menciona, esta fuente de información se utiliza para buscar datos o para obtener una idea general sobre algún tema, en relación con el tema central de la investigación; este tipo de fuentes brinda un gran aporte.

Para la selección de las fuentes de información más adecuadas se tomó en cuenta la apertura, observación y análisis, para identificar fuentes confiables que al mismo tiempo fueron comparadas y relacionadas desde un punto de vista científico. Este análisis se realizó para

encontrar la utilidad de la fuente con el objetivo de la investigación y establecer qué conceptos explicaban con claridad y profundidad.

### **Muestra de la Investigación**

Hernández, y Mendoza (2018) señalan que para la selección de la muestra en un estudio cualitativo, las decisiones respecto del muestreo reflejan las premisas del investigador acerca de lo que constituye una base de datos creíble, confiable y válida, para abordar el planteamiento del problema. En los estudios cualitativos el tamaño de muestra no es importante desde una perspectiva probabilística, pues el interés del investigador no es generalizar los resultados de su estudio a una población más amplia, sino, profundizar en el entendimiento de un fenómeno.

Por lo mencionado y para efectos de esta investigación, no se selecciona un tamaño de muestra como tal, debido a que no se considera importante, pues el interés de este estudio no se ve desde una perspectiva probabilística, sino por el contrario, lo que concierne es indagar cualitativamente a profundidad. Se enfatiza en un caso específico, como lo constituyen los estudiantes que realizan las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas, con el cual se entenderá el fenómeno de estudio para responder a la pregunta central y a todas aquellas surgidas durante el proceso de la investigación.

### **Delimitación de la muestra**

Baptista, Fernández y Hernández (2014), señalan que al establecer la estrategia de muestreo más adecuada, la cual permita alcanzar los objetivos de la investigación, se deben tomar en consideración tres factores para determinar o sugerir el número de casos. El primero es la capacidad operativa de recolección y análisis, referida al número de casos que se pueden manejar de manera realista. Además, como segundo factor se debe entender el fenómeno, en el cual el número de casos permite dar respuesta a las preguntas de la investigación y finalmente, se relaciona la naturaleza del fenómeno de análisis y se verifica si las unidades o casos son

frecuentes y/o accesibles para determinar si la recolección de información lleva mucho o poco tiempo.

Por otro lado, Baptista, Fernández y Hernández (2014) mencionan que en el estudio cualitativo no se fija un tamaño de muestra, sino por el contrario, un tipo de unidad de análisis y a veces se perfila un número aproximado de casos. Enfatizan que la muestra como resultado final se llega a conocer cuando las unidades nuevas ya no otorgan datos o información nueva, aún y cuando se agreguen casos extremos. A lo anterior se le denomina *saturación de categorías*.

El motivo de delimitar de esta unidad de muestreo es debido a que abarca exactamente lo que se pretende con la investigación, al evaluar las metodologías de aprendizaje empleadas en los laboratorios de Química Orgánica I y II de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (UIA), con el fin de determinar el estado de esta área, respecto a los referentes nacional e internacionales.

### **Tipo de muestra**

Según, Baptista, Fernández y Hernández (2014) el enfoque cualitativo, al ser flexible, permite ajustar la muestra en cualquier etapa de la investigación. Para el muestreo cualitativo es usual iniciar con la identificación de ambientes propicios, luego de grupos y, finalmente, de individuos. Con respecto al tipo de muestra, esta puede presentarse como una estrategia de muestreo mixta, al involucrar diversos tipos de muestra. Mencionado lo anterior, se considera para la investigación un tipo muestras de casos-tipo:

- La muestra de casos-tipo: se utiliza en estudios cuantitativos exploratorios y en investigaciones de naturaleza cualitativa, donde el objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información, no la cantidad ni la estandarización. En estudios con perspectiva fenomenológica y etnográfica, donde el objetivo es analizar los valores, experiencias y significados de un grupo social.

Se seleccionó este tipo de muestra debido a que se llevará a cabo una observación de campo no participativa, donde se busca conocer las experiencias de los estudiantes al realizar las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas (UIA), para definir su desempeño en la parte experimental de estos cursos.

### **Criterios de Inclusión**

Para seleccionar la información necesario en el estudio investigativo, se incluirán todos aquellos artículos escritos en el idioma español o inglés, publicados en el BINASSS, las revistas, PUBMED, Redalyc, Elsevier, Dialnet, Medline Plus, SCIELO, PUDMED, así como normas, guías, manuales y tesis; todos estos de carácter nacional e internacional y confiables. Asimismo, que incluyan palabras claves como: metodologías de aprendizaje, metodologías activas, manuales o prácticas de laboratorio, ciencias enfocadas en química orgánica.

### **Criterios de Exclusión**

Se excluirán todos aquellos artículos y documentos, guías, manuales y tesis que no provengan de fuentes confiables y sean ambiguos o no obtengan información valiosa. También aquellos que no sean en idioma español o inglés, además de documentos desactualizados y que no aporten información relevante al tema de investigación. Así también, serán excluidos los documentos cuya publicación sea de más de 10 años, con excepción de los que posean información fundamental e irremplazable para el trabajo de investigación.

### **Unidad de Análisis**

**Tabla 4. Unidades de análisis**

<b>Objetivo</b>	<b>Categoría de análisis</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Instrumento</b>
1. Examinar las metodologías	Metodologías utilizadas en los	Manuales de laboratorio y	Las metodologías de laboratorio son	Revisión bibliográfica.

<p>utilizadas en los laboratorios de Química Orgánica I y II por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), como referentes internacionales, y la Universidad de Costa Rica, (UCR) como referente nacional, para establecer los parámetros de evaluación.</p>	<p>laboratorios de Química Orgánica I y Química Orgánica II en función de los parámetros de evaluación, tanto a nivel nacional como internacional.</p>	<p>programas de cursos de Química Orgánica I y II.</p>	<p>procesos mediante los cuales se llevan a cabo pruebas de laboratorio plasmadas en un manual o instructivo que sirve como guía para quien lo lleve a cabo (Yúfera, 2017).</p>	
<p>2. Conocer las metodologías empleadas en las prácticas de laboratorio de Química</p>	<p>Manual de procedimientos utilizados en los laboratorios a nivel institucional.</p>	<p>Manuales de laboratorio y programa de cursos de Química Orgánica I y</p>	<p>El manual de laboratorio es un documento del sistema de control interno, el cual se crea para obtener</p>	<p>Observación no participante.</p>

<p>Orgánica I y II de la Universidad internacional de las Américas (UIA), mediante la recopilación de las prácticas de laboratorio.</p>		<p>II.</p>	<p>una información detallada, ordenada, sistemática e integral, que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimientos de las distintas operaciones Duarte (2016).</p>	
<p>3. Comparar las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad internacional de las Américas (UIA) con las metodologías utilizadas por los referentes nacional e internacionales</p>	<p>Contenido de prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la UIA.</p>	<p>Contenido programático de las prácticas de laboratorio de la universidad.</p>	<p>Las prácticas de laboratorio son el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales, que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica:</p>	<p>Cuadros comparativos</p>

para el establecimiento de la cercanía de los diseños y el contenido de las prácticas.			descubriendo, ampliando, profundizando, consolidando, realizando y comprobando los fundamentos teóricos de la asignatura (Duarte, 2016).	
4. Estudiar el desempeño de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas por medio de un análisis observacional.	Desempeño de los estudiantes en los laboratorios de la UIA.	Metodologías de aprendizaje de las prácticas de laboratorio de la UIA.	La metodología del aprendizaje se basan en el aprendizaje como construcción del conocimiento, a través de la resolución de la realidad típica de los problemas de la formación profesional (Lizano, 2021).	Hoja de cotejo y análisis observacional no participante.

Elaboración propia (febrero, 2021).

### Instrumentos

El instrumento usado en este trabajo es una observación de campo de tipo no participativa. Se tomarán en cuenta los estudiantes que cursan las materias de Química Orgánica I y II en el periodo del segundo cuatrimestre del 2021. En la observación externa o no participante, el investigador se mantiene al margen del fenómeno estudiado, como un espectador pasivo, que

se limita a registrar la información aparecida ante él, sin interacción, ni implicación alguna. Se evita la relación directa con el fenómeno, y se pretende obtener la máxima objetividad y veracidad posible. El investigador no pertenece ni desarrolla interacción directa con la población observada (Rekalde, Vizcarra & Macazaga, 2014).

La adecuada selección de los instrumentos de la investigación permite la evaluación de conocimientos y procedimientos, además de facilitar el análisis de datos en cuestión. Como instrumento para el desarrollo de la técnica de evaluación “observación no participante”, se utilizará una hoja de cotejo para cada estrategia, con el fin de evaluar y verificar los aspectos de cada uno de estos estudios. Como se menciona, esto permitirá centrarse en aspectos específicos de la investigación para obtener un marco de referencia que presente objetividad y confiabilidad (Calderón y Batista, 2015).

Pérez (2018) hace referencia a que la hoja de cotejo es un instrumento estructurado, se usa para comprobar la presencia o ausencia de una serie de características definidas en el desempeño del aprendizaje, de esta forma, se pueden evaluar aprendizajes preferentemente del saber hacer. De igual forma, las listas de cotejo evalúan, principalmente, contenidos procedimentales y actitudinales; en el primer caso, se utilizan para obtener información de trabajos o actividades de tipo práctico (trabajo de laboratorios, manipulación de objetos, la realización de experimentos, solución de problemas matemáticos, realización de proyectos, aplicación de métodos experimentales).

**Tabla 5. Hoja de cotejo para la observación de campo no participante de los estudiantes de farmacia en el desempeño de laboratorio de Química Orgánica I**

Lista de cotejo				
Criterios de evaluación	Cumple	Cumple parcialmente	No cumple	Observaciones
Comprende las instrucciones específicas plasmadas en las				

presentaciones respecto al procedimiento.				
Sigue las indicaciones generales que el docente proporciona para realizar las actividades de la práctica.				
Manipula de forma correcta el equipo de la práctica.				
El estudiante entiende cómo realizar cada paso.				
En caso necesario, entiende la reacción que se efectúa mediante el procedimiento y el producto final.				
El estudiante interpreta los resultados obtenidos en la práctica, de la manera correcta.				
El estudiante, al finalizar la				

práctica, cumple el objetivo.				
-------------------------------	--	--	--	--

Elaboración propia (marzo, 2021)

**Tabla 6. Hoja de cotejo para la observación de campo no participante de los estudiantes de farmacia en el desempeño de laboratorio de Química Orgánica II**

<b>Lista de cotejo</b>				
<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple parcialmente</b>	<b>No cumple</b>	<b>Observaciones</b>
Comprende las instrucciones específicas plasmadas en las presentaciones respecto al procedimiento.				
Sigue las indicaciones generales que el docente proporciona para realizar las actividades de la práctica.				
Manipula de forma correcta el equipo de la práctica.				
El estudiante entiende cómo realizar cada paso.				

En caso necesario, entiende la reacción que se efectúa mediante el procedimiento y el producto final.				
El estudiante interpreta los resultados obtenidos en la práctica, de la manera correcta.				
El estudiante, al finalizar la práctica, cumple el objetivo.				

Elaboración propia (marzo, 2021).

## Proceso de Recolección y Análisis de Datos

### Procedimiento de recolección de datos

El proceso de recolección de datos se realizará desde un punto de vista no observacional, donde se tiene como propósito explorar el ambiente de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas. De esta manera, se podrá comprender y encontrar las posibles deficiencias del sistema de aprendizaje y las prácticas de laboratorio. Al explorar este ambiente físico se busca, por otra parte, recolectar datos con respecto al rendimiento, tipo y estrategias de aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, con la observación se utilizará una hoja de cotejo, con el fin de comprobar la presencia o la ausencia de una serie de características ya mencionadas.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para lograr el análisis de los resultados y alcanzar los objetivos planteados en el siguiente trabajo de investigación, se tomó como referencia la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Complutense de Madrid. Se pretende determinar las metodologías de aprendizaje y rúbrica de evaluación utilizadas en las prácticas de laboratorio de los cursos de Química Orgánica I y Química Orgánica II, con respecto a la Universidad Internacional de las Américas.

Por otra parte, se analizarán los resultados obtenidos de la observación de campo no participante, aplicada a los estudiantes que cursan el II cuatrimestre de 2021, enfocada en las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y Química Orgánica II. Se evalúa el desempeño y rendimiento académico de los discentes, durante las sesiones de laboratorio.

### Resultados de las Metodologías y Parámetros de Evaluación

Las metodologías de aprendizaje empleadas, tanto por los referentes antes mencionados como por la Universidad Internacional de las Américas, para que el estudiante aprenda, se realiza mediante un trabajo de campo o trabajo experimental, a través del desarrollo de las prácticas de laboratorio, donde se establecen parámetros de evaluación para cada universidad en análisis.

**Tabla 7. Comparación de las Metodologías de Evaluación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) Respecto a la Universidad de Costa Rica (UCR)**

UIA		UCR	
Técnica de Evaluación	Porcentaje (%)	Técnica de Evaluación	Porcentaje (%)
Trabajo previo	7	Asistencia	5
Desempeño durante la sesión	33	Pruebas Cortas	25
Reportes	20	Informes	35

Evaluaciones cortas	40	Participación en clase	25
		Libreta de laboratorio	10
Total	100	Total	100

Elaboración propia.

Al observar las técnicas de evaluación, tanto de la UCR como de la UIA, se establece que esta última contempla cuatro rubros: trabajo previo, desempeño durante la sesión, reportes y evaluaciones cortas. El mayor porcentaje (40%) se le asigna a las evaluaciones cortas o quices que se realizan en el transcurso de la práctica. Por su parte, la UCR distribuye su evaluación en cinco rubros: asistencia, pruebas cortas, informes participación en clase y libreta de laboratorio, donde se otorga un mayor porcentaje a los informes de laboratorio con un 35%. Esto quiere decir que en la UIA se da un énfasis mayor en la parte de la evaluación, para medir la comprensión de los conceptos estudiados en la práctica previa; sin embargo, en la UCR se hace una medición de qué tanto se han comprendido los conceptos a través del desarrollo del trabajo colaborativo con unos informes de laboratorio reportes.

Por otra parte, al observar en la UIA se habla del desempeño durante la sesión con 33%, mientras que la UCR tiene la participación en clase y la asistencia, que implica rubros en la sesión, es un 30%. Ahora bien, se observa que entre reportes y evaluaciones cortas (que indican la comprensión de los conceptos) hay un 60% por parte de la UIA y entre pruebas cortas e informes en la UCR hay también un 60%. Entonces si sumamos el desempeño durante la sesión, evaluaciones cortas y reportes nos da un 93% en la UIA. Mientras que en la UCR si sumo la asistencia, participación en clase, pruebas cortas e informes me da un 90%. Por lo que contemplando los rubros que tienen en común siendo este desarrollo en clases, evaluaciones y reportes dan un 93 y 90%.

La Universidad de Costa Rica utiliza diferentes metodologías de evaluación para el laboratorio de Química Orgánica I y Química Orgánica II, como se muestra en la tabla 7. En primer lugar, se encuentra la asistencia, la cual consta de la presencia del estudiante durante las sesiones. Este criterio indica que si el estudiante llega luego de 10 min de iniciada la clase, se considera una tardía, resultante en la pérdida de la mitad del puntaje de asistencia para esa

actividad. Posterior a 15 min de iniciada la clase, el estudiante se considera ausente y pierde el puntaje total de este rubro para esa actividad.

En segundo lugar, las pruebas cortas, las cuales tienen una duración máxima de 15 minutos, y son realizadas durante la clase, ya sea al inicio o final de ella. Estas pruebas evalúan conocimiento general sobre prácticas de laboratorio anteriores, y contenido de la práctica desarrollada esa semana. En tercer lugar, informes de laboratorio; se debe realizar un informe para cada práctica concluida, el cual puede ser tipo artículo o ejecutivo, de acuerdo con lo especificado por el profesor. El informe debe ser entregado una vez ingresado al laboratorio. En caso de que un reporte no fuese entregado el día de laboratorio, no será calificado y la nota corresponderá a cero. La presentación tardía de los reportes aplicará el descuento de 20 puntos de la calificación final del reporte por cada día hábil de retraso y 10 puntos de la calificación final en caso de entregarlo tarde durante el mismo día; luego de cinco días hábiles de retraso, la nota del reporte será de cero (no se recibirán reportes luego de los cinco días hábiles).

En cuarto lugar, se encuentra la participación en clase. Este criterio se evalúa mediante la participación activa en clases o trabajos definidos para algunas prácticas de laboratorio. Así mismo, incluye la autoevaluación para las actividades realizadas de forma grupal. En quinto y último lugar, se encuentra la libreta de laboratorio, consistente en realizar, por grupo de laboratorio, un documento que contenga la información fisicoquímica y toxicológica de todos y cada uno de los reactivos utilizados en la práctica de laboratorio. Adicionalmente, cada semana debe realizarse un esquema del procedimiento, que permita un entendimiento sencillo y ordenado de los pasos para realizar correctamente la práctica de laboratorio.

**Tabla 8. Comparación de las Metodologías de Evaluación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

UIA		UNAM	
Técnica de Evaluación	Porcentaje (%)	Técnica de Evaluación	Porcentaje (%)
Trabajo previo	7	Examen del experimento realizado	43
Desempeño durante la sesión	33	Informes	43
Reportes	20	Trabajo experimental	14
Evaluaciones cortas	40		
Total	100	Total	100

Elaboración propia.

Al observar las técnicas de evaluación de la UNAM y la UIA, se determina que la UIA abarca cuatro rubros: trabajo previo, desempeño durante la sesión, reportes y evaluaciones. El mayor porcentaje se le asigna a las evaluaciones cortas o quices con un 40%. Por otro lado, la Universidad Nacional Autónoma de México contempla en su evaluación los siguientes rubros: examen del experimento realizado, informes y trabajo experimental durante el experimento. De estos rubros se otorga un mayor porcentaje al examen del experimento realizado e informes, ambos con un 43%. Esto significa que en la UIA se da un mayor enfoque en la parte de la evaluación de *quices* para medir la comprensión de los conceptos estudiados; entretanto, en la UNAM se hace una medición de qué tanto se han comprendido los conceptos a través del desarrollo del trabajo colaborativo y una evaluación de los conceptos vistos en el laboratorio ese día.

Además, se observa que aunque las técnicas de evaluación no tienen los mismo nombres si enfatizan en las mismas técnicas con la diferencia del trabajo previo por parte de la UIA. Lo que quiere decir que al sumar los rubros que tienen en común la UIA da un 93% mientras que la UNAM un 100%.

Por otra parte, la Universidad Nacional Autónoma de México, para la evaluación de los criterios mencionados en la tabla 8, cuenta con una serie de normas descritas a continuación:

- El alumno(a) deberá realizar el 100% de los experimentos. El número de prácticas dependerá de la Química Orgánica que se esté cursando y deberá aprobar el 80%.
- Cuando el calendario de prácticas lo permita, habrá una práctica de reposición, la cual no suople a una reprobada. El experimento por realizar para la reposición será indicado al inicio del semestre y será el mismo para todos los alumnos de esa materia.
- La calificación de enseñanza experimental deberá ser aprobatoria y representará el 35% de la calificación final del curso de Química.
- Para determinar si el alumno aprobó un experimento, la calificación mínima del examen deberá ser de 2.5 y la del informe de 3.5. Cada una tendrá como máximo valor individual 5 puntos. Reunidos estos requisitos, la práctica estará aprobada y si alguna de las 2 calificaciones es menor a lo indicado anteriormente, la práctica será reprobada.

**Tabla 9. Comparación de las Metodologías de Evaluación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) frente a la Universidad Complutense de Madrid (UCM)**

UIA		UCM	
Técnica de Evaluación	Porcentaje (%)	Técnica de Evaluación	Porcentaje (%)
Trabajo previo	7	Asistencia	
Desempeño durante la sesión	33	Seminario	
Reportes	20	Manual de prácticas previo a clases	
Evaluaciones cortas	40	Cuaderno de laboratorio	
		Examen teórico del experimento realizado	
Total	100		

Elaboración propia.

La Universidad Complutense de Madrid y la Universidad Internacional de las Américas cuentan con técnicas de evaluación para los laboratorios de Química Orgánica como se muestra en la tabla 9. Como se mencionó anteriormente, la UIA contempla cuatro rubros; el mayor porcentaje se le asigna a las evaluaciones cortas o *quices*. Entretanto, la Universidad Complutense de

Madrid cuenta con cinco técnicas, entre ellas: asistencia, seminario, manual de prácticas previo a clases y un examen teórico del experimento realizado. Sin embargo, dentro del programa del curso no se contemplan los porcentajes de cada rubro; por ello, no se agregan en el cuadro comparativo y no se podría determinar a qué rubro le dan una mayor importancia para el estudio de los conceptos.

Asimismo, la Universidad Complutense de Madrid se basa en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje para el desarrollo en los laboratorios. Esta universidad realiza prácticas de laboratorio con contenidos directamente relacionados con los teóricos y adecuadamente espaciados para constituir un complemento y apoyo a las clases teóricas y seminarios. Esta universidad realiza diez sesiones experimentales de laboratorio (3,5 horas/sesión) distribuidas de la siguiente manera: cinco sesiones durante una semana en el primer semestre y otras cinco sesiones durante una semana el segundo semestre. Además, durante el período de prácticas se imparte un total de 10 horas de seminario, en el segundo semestre, donde explican conocimientos básicos sobre las técnicas de determinación estructural de compuestos orgánicos.

Previamente a la realización de las prácticas, la UNAM asigna a los estudiantes llevar completo el Manual de Prácticas que incluye las normas básicas de funcionamiento y seguridad, los guiones de cada una de las prácticas y todos aquellos datos e información necesaria para llevarlas a cabo. También, los estudiantes deben ir desarrollando paralelamente un cuaderno de laboratorio sobre el trabajo realizado, que refleje, de manera detallada, cada una de las operaciones y reacciones, en donde, al finalizar la práctica el alumno mostrará al profesor los productos obtenidos, debidamente caracterizados y todos los resultados. Adicionalmente, una vez finalizado el laboratorio, se realiza un examen teórico del experimento realizado, con 1 hora de duración que incluye lo visto durante y al finalizar la práctica. No se observan los porcentajes de cada técnica de evaluación en el programa de estudio de esta universidad.

### **Resultados del Análisis Comparativo entre Universidades**

En función de lo planteado en el tercer objetivo de esta investigación, se realiza una comparación del contenido de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y los referentes nacional e internacionales. Se ordena por asignatura, de manera que se analizan primero las prácticas desarrolladas en Química Orgánica I y luego las desarrolladas en Química Orgánica II.

### Resultados del Análisis Comparativo del contenido las prácticas de Química Orgánica I

#### *Universidad de Costa Rica*

En esta sección se analizan las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad de Costa Rica, tomada como referente nacional, versus la Universidad Internacional de las Américas.

**Tabla 10. Descripción del Curso de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad de Costa Rica (UCR)**

Descriptor	Universidad	
	UIA	UCR
Nombre del curso	Química Orgánica I	Química Orgánica General I
Ciclo	Cuatrimestral	Semestral
Créditos	6	5
Requisitos	Química General II	Química General II

Elaboración propia.

**Tabla 11. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas Respecto a la Universidad de Costa Rica**

Número de práctica	Nombre de la práctica UIA	Sesiones de la práctica	Nombre de la práctica UCR	Sesiones de la práctica
1	Determinación de punto de fusión y ebullición de compuestos orgánicos	1	Determinación de propiedades físicas	1

2	Separación de una mezcla por extracción	1	Ácidos y bases	1
3	Guía para la determinación de la existencia de isomería y el establecimiento de la relación isomérica entre compuestos	1	Disolventes y solubilidad	1
4	Purificación de un sólido orgánico por cristalización	1	Cristalización de acetanilida y ácido benzoico	1
5	Destilación	1	Extracción simple y múltiple	1
6	Desarrollo de una Cromatografía en Capa Fina	1	Destilación simple y fraccionada	1
7	Síntesis del Cloruro de terbutilo	1	Hidrodestilación: extracción de aceites esenciales	1
8	Caracterización de Hidrocarburos	1	Cromatografía	1
9	Propiedades Físicas y Químicas de Alcoholes	1	Haluros: Formación y reactividad	1
10			Oxidación de alcoholes: Síntesis de mentona	1

Elaboración propia.

En ambas universidades la primera experiencia de laboratorio aborda el tema de propiedades físicas de los compuestos orgánicos, para la caracterización de su pureza. La práctica desarrollada en la UIA determina intervalos de fusión y puntos de ebullición empleando un sistema conformado por un tubo de Thiele, que contiene un líquido como baño de calentamiento, en el cual se encuentra sumergido un termómetro para el registro de las temperaturas a las que se da la transición de fase. Por su parte, la práctica análoga, desarrollada en la UCR, mide también las temperaturas de transición de fase de sólidos orgánicos para la determinación de su pureza, pero en este caso, empleando el Mel Temp (ver figura 9), que es un aparato al cual se adecua un termómetro. De esto puede establecerse que, a pesar de utilizar sistemas distintos, la intencionalidad de la práctica en cuanto al concepto por aplicar es el mismo. Este último es el empleo de las propiedades físicas, en este caso, el intervalo de fusión y punto de ebullición, como criterio de pureza.

**Figura 4. Aparato Mel Temp**



Nota: Gutiérrez (2020).

La segunda práctica desarrollada en la UIA, al igual que la quinta realiza en la UCR, se estudia la técnica de extracción. La experiencia en la primera universidad, aborda el concepto mediante la separación de una mezcla ternaria de compuestos orgánicos a través de disolventes reactivos y no reactivos. En cambio, en la UCR se realizan varias experiencias para la técnica de extracción:

- A) Extracción asistida por ultrasonido del eugenol.
- B) Extracción mediante equipo soxhlet de eugenol.
- C) Extracción sólido-líquido de eugenol a partir de clavo de olor.
- D) Extracción de piperidina por método soxhlet, que es una extracción múltiple o continua.
- E) Determinación de la constante de distribución ( $K_D$ ) de la acetanilida: extracción simple y extracción múltiple.

La diferencia que se observa acá está relacionada con el mayor número de técnicas de extracción empleadas en las prácticas de laboratorio de la UCR. Sin embargo, cuando se puntualiza en lo correspondiente al tema: extracción utilizando un disolvente en el cual este tiene solubilidad específica sobre el componente que se quiere extraer, en esencia la intencionalidad de la práctica es la misma. Las técnicas de extracción por método soxhlet, extracción sólido-líquido y extracción asistida por ultrasonido, se realizan en el curso de farmacognosia impartido por la Universidad Internacional de las Américas.

La tercera práctica empleada en la UIA es una guía complementaria a la teoría donde se realiza una práctica, no experimental y sin el uso de reactivos, acerca de la determinación de la existencia de isomería y el establecimiento de la relación isomérica entre compuestos. Este tema no se incluye dentro de las sesiones experimentales en la UCR; sin embargo, al analizar el programa de la teoría del curso, se encuentra el tema de estereoquímica que relaciona aspectos incluidos en la práctica de laboratorio en la UIA. Acá puede establecerse el enfoque o inclusive, el número de sesiones destinadas al laboratorio, porque cada universidad valoró que práctica incluía y que no.

Con respecto a la cuarta experiencia de laboratorio en ambas universidades, se estudia la técnica de cristalización. Esto, mediante procesos de cristalización, filtración y secado respectivamente, de una muestra de ácido benzoico o acetanilida contaminada. Sus resultados se observan mediante la formación de los cristales. Además, la UCR solicita determinar el punto de fusión y el porcentaje (%) de recuperación de los cristales. Al analizar la sesión experimental de cada práctica se observa que ambas se enfocan en desarrollar la técnica de cristalización, solamente difieren en la determinación de los resultados. Esto establece que la intencionalidad en cuanto al aprendizaje abordado es la misma.

La quinta práctica realizada en la UIA, al igual que la sexta desarrollada en la UCR, estudia el método de destilación. Ambas universidades realizan la separación de una mezcla por medio de una destilación simple y fraccionada. Para observar los resultados, en la UCR se mide el índice de refracción a cada una de las fracciones para determinar su pureza. Por su parte, la UIA realiza un proceso de combustión del alcohol; pone en evidencia la efectividad de ambas técnicas y es la destilación fraccionada la más efectiva, pues al medir el índice de refracción, método utilizado por la UCR, el porcentaje de alcohol presente es mayor que cuando se efectúa la destilación simple. Por su parte, en la UIA se referencia el mayor contenido de alcohol con el tipo de llama, por ejemplo, en el caso de la destilación fraccionada la llama dura más tiempo en extinguirse por su mayor contenido de alcohol que la destilación simple. Se establece que ambas universidades abordan el mismo concepto de estudio, las técnicas de destilación.

En la sexta práctica desarrollada en la UIA, al igual que en la octava que se realiza en la UCR, se estudian las técnicas cromatográficas. La práctica desarrollada en la UIA separa e identifica los componentes de una mezcla ternaria mediante cromatografía en capa fina. Por otro lado, la UCR realiza tres procedimientos para esta técnica: una cromatografía de capa fina, una cromatografía de columna y una cromatografía de papel. Se determinan los resultados al calcular la distancia que recorre cada componente ( $R_f$ ). La diferencia observada acá se relaciona con el mayor número de técnicas cromatográficas empleadas en las prácticas de laboratorio de la UCR; estas cromatografías son de columna y una cromatografía de papel. Sin embargo, cuando se enfatiza en lo correspondiente al tema, ambas conceptualizan la cromatografía como un método

de análisis que permite la separación de una mezcla por un medio absorbente selectivo. Así, en esencia, la intencionalidad de la práctica es la misma.

La séptima práctica realizada en la UIA se relaciona con la novena práctica de la UCR, donde se aborda la formación de haluros. La UIA desarrolla la síntesis del cloruro de tercbutilo, un haluro terciario, el cual se caracteriza mediante una reacción con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ). No obstante, la UCR realiza dos procedimientos: el primero contempla la formación de un haluro primario y uno secundario. El segundo procedimiento incluye la formación de un haluro terciario, correspondiente al cloruro de tercbutilo también. A estos se les realiza un análisis cualitativo con las reacciones: Yoduro de sodio ( $\text{NaI}$ ) en acetona y nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) en etanol. Además, la UCR efectúa una comparación mediante la medición del índice de refracción entre el producto final y el reactivo de partida, así como también calcula el porcentaje de rendimiento. Se observa que el tema abordado en ambas universidades es el de síntesis de haluros de alquilo por reacciones de sustitución nucleofílica. En el caso de la UIA se enfatiza experimentalmente en el mecanismo unimolecular (sustitución nucleofílica unimolecular), mientras que en la UCR se estudia tanto el mecanismo unimolecular como el bimolecular (sustitución nucleofílica bimolecular). A pesar de estas diferencias, el concepto estudiado es el mismo, lo cual permite considerar que no existen diferencias en fondo o intencionalidad.

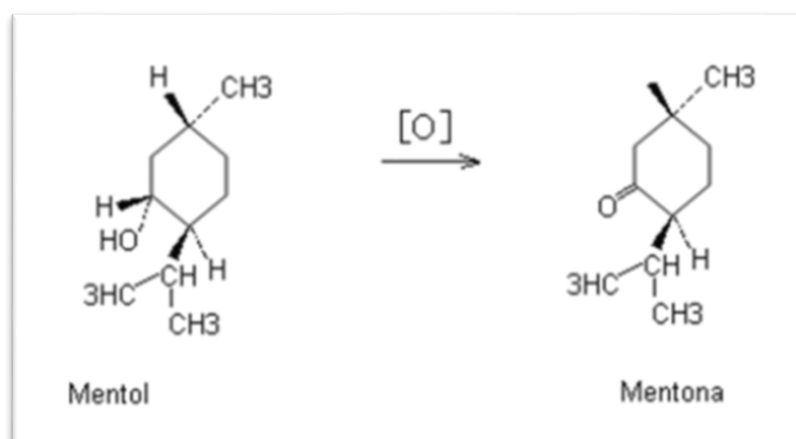
En cuanto a la octava experiencia práctica de la UIA, se estudian los hidrocarburos. En esta sesión experimental se incluyen alcanos, alquenos y compuestos aromáticos. Se realizan ensayos de caracterización mediante pruebas de insaturación como adición de bromo ( $\text{Br}_2$ ) disuelto en cloruro de metileno ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) y prueba de Baeyer. Además, se identifican compuestos aromáticos por medio del Test de Le Rosen y la prueba de combustión. Este tema no se incluye dentro de las sesiones experimentales en el curso de la UCR; sin embargo, al analizar el programa de la teoría del curso se encuentra el tema de reacciones de hidrocarburos que relaciona aspectos incluidos en la práctica de laboratorio en la UIA.

Finalmente, la novena experiencia de laboratorio de la UIA se asocia con la décima de la UCR, las cuales se enfocan en los alcoholes. En el caso de la UIA, se realizan pruebas de caracterización, entre ellas: solubilidad en agua, reacción con sodio metálico, reactivo de Lucas,

oxidación con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) acuoso y reacción con yodoformo a los siguientes alcoholes: etanol, 1-propanol, 2-propanol, 2-butanol, 2-metil-2-propanol (t-butanol) y 1-pentanol. A diferencia, la UCR realiza la oxidación del mentol (alcohol secundario) a mentona (ver Figura 7). El producto obtenido en este caso se caracteriza mediante prueba de yodo-yoduro-almidón e indicador azul de bromotimol. Adicionalmente, se obtiene el porcentaje de rendimiento y se realiza la prueba en el infrarrojo (IR) para observar e interpretar los espectros del mentol y mentona. El IR es una técnica espectroscópica utilizada como complemento en la elucidación estructural de los compuestos orgánicos.

Al contrastar en detalle la práctica, tanto de la UIA como de la UCR, respecto al tema de alcoholes, se observa que esta última universidad se focaliza en la oxidación de alcoholes, lo que se incorpora dentro de la sesión sobre alcoholes en la UIA al realizar la prueba con el dicromato de potasio, entre otras pruebas químicas. Se intuye aquí un sentido distinto de las prácticas, pues en la UIA se aborda desde la perspectiva de caracterización de los alcoholes mientras que la UCR orienta su experiencia práctica a la oxidación de un alcohol en específico, para preparar un producto de interés más que la caracterización del alcohol, en este caso, el de partida. En este punto es importante señalar que el abordaje de la preparación de un compuesto objetivo por oxidación de un alcohol específico, se desarrolla también en la UIA pero a nivel del curso siguiente, Química Orgánica II.

**Figura 5. Reacción de oxidación del mentol**



Nota: Suárez (2019).

**Universidad Nacional Autónoma de México**

En este apartado se encuentra la Universidad Nacional Autónoma de México tomada como referente internacional. Se le analizarán las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I en relación con las de la Universidad Internacional de las Américas.

**Tabla 12. Descripción del Curso de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

Descriptor	Universidad	
	UIA	UNAM
Nombre del curso	Química Orgánica I	Química Orgánica I
Ciclo	Cuatrimestral	Semestral
Créditos	6	12
Requisitos	Química General II	N/A (Esta en bloque 1 )

Elaboración propia.

**Tabla 13. Comparación de las Prácticas de laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas Respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México**

Número de práctica	Nombre de la práctica UIA	Sesiones de la práctica	Nombre de la práctica UNAM	Sesiones de la práctica
1	Determinación de punto de fusión y ebullición de compuestos orgánicos	1	Determinación del punto de fusión	1
2	Separación de una mezcla por extracción	1	Cristalización simple	1
3	Guía para la determinación de la existencia de isomería y el establecimiento de la	1	Cristalización por par de disolventes	1

	relación isomérica entre compuestos			
4	Purificación de un sólido orgánico por cristalización	1	Destilación simple y fraccionada	1
5	Destilación	1	Punto de ebullición: destilación simple y a presión reducida	1
6	Desarrollo de una cromatografía en capa fina	1	Cromatografía en capa fina	1
7	Síntesis del Cloruro de t-butilo: Una reacción SN1	1	Cromatografía en columna	1
8	Caracterización de hidrocarburos	1	Extracción con disolventes orgánicos y activos	1
9	Propiedades físicas y químicas de alcoholes	1	Aislamiento de un producto natural	1
10			Isomería geométrica	1
11			Purificación de una sustancia problema	1

Elaboración propia.

En ambas universidades, la primera experiencia de laboratorio plantea el tema de propiedades físicas de los compuestos orgánicos. En la práctica desarrollada en la Universidad Internacional de las Américas (UIA) se emplea un sistema conformado por un tubo de Thiele y un baño de calentamiento, con un termómetro para el registro de las temperaturas a las que se da la transición de fase. No obstante, la práctica desarrollada en la Universidad Nacional Autónoma

de México (UNAM) mide solamente los intervalos de fusión, pero en este caso, empleando tanto el aparato Fisher-Johns como el tubo de Thiele. La diferencia radica en que la UNAM realiza este procedimiento de dos formas, una con el tubo de Thiele, método utilizado en la UIA y aparato de Fisher- Johns. Sin embargo, la intencionalidad de la práctica en cuanto al concepto por aplicar es el mismo, este el empleo de las propiedades físicas, como criterio de pureza.

**Figura 6.      Aparato de Fisher-Johns**



Nota: Ramírez, 2021.

La segunda práctica desarrollada en la UIA al igual que en la octava de la UNAM, estudia el método de extracción. La Universidad Internacional de las Américas realiza la separación de una mezcla ternaria por medio de disolventes reactivos y no reactivos, mediante extracción simple. Por otra parte, la UNAM efectúa la técnica de extracción simple, extracción múltiple y extracción selectiva de una mezcla con disolventes activos. La diferencia que se observa acá está relacionada con el mayor número de técnicas de extracción empleadas en las prácticas de laboratorio de la UNAM. Sin embargo, cuando se puntualiza en lo correspondiente al tema de estudio, se observa que el propósito de la práctica es el mismo.

La tercera práctica empleada en la UIA al igual que en el análisis realizado entre la UIA y el referente nacional, la Universidad de Costa Rica, se determina que es una práctica no experimental. En ella solamente se aborda este concepto a nivel teórico.

La cuarta experiencia de laboratorio de la UIA se relaciona con la segunda y la tercera práctica desarrollada en la UNAM, en las cuales se estudia la técnica de cristalización. La UIA realiza un proceso de purificación por medio de una cristalización simple de ácido benzoico contaminado. Por otra parte, la UNAM asigna dos prácticas de laboratorio diferentes para este tema cuyos nombres son: I) cristalización simple y II) cristalización por par de disolventes. Estos dos métodos de cristalización tienen en común el primer paso, el cual consiste en determinar la solubilidad de un compuesto en diferentes disolventes, para así seleccionar el más adecuado para la cristalización. Difieren en el segundo paso, pues una realiza la purificación de un sólido mediante una cristalización simple y la otra mediante una cristalización por par de disolventes. De esto puede establecerse que, a pesar de utilizar sistemas distintos, se aplica la conceptualización de la misma técnica, por la finalidad de la práctica es la misma.

La quinta práctica realizada en la UIA, al igual que la cuarta desarrollada en la UNAM, aborda el tema de destilación. Ambas universidades realizan el mismo procedimiento, el cual abarca la separación de una mezcla binaria por medio de una destilación simple y fraccionada. Para observar los resultados, la UIA realiza un proceso de combustión comparando destilado y residuo por cada tipo de destilación; además, el residuo de destilación simple contra residuo de destilación fraccionada. Asimismo, la UNAM, con los resultados obtenidos, traza dos gráficas una para cada tipo de destilación. Coloca en las abscisas los volúmenes del destilado y en las ordenadas las temperaturas de destilación.

Estos procedimientos permiten observar que la destilación fraccionada es más eficaz que la destilación simple, lo cual se evidencia al trazar dos gráficas, método utilizado por la UNAM. En la gráfica de destilación fraccionada se observa más cantidad de volumen recogido a la misma temperatura del componente destilado. Por su parte, en la UIA se referencia el mayor contenido de alcohol con el tipo de llama, como lo es el caso de la destilación fraccionada, donde la llama dura más tiempo en extinguirse por su mayor porcentaje de alcohol; en cambio, la destilación simple que tiene menos contenido de alcohol y más de agua, se apaga más fácilmente y la llama no es tan azul. Por lo anterior, se puntualiza que ambas universidades abordan el mismo concepto a través de las dos técnicas de destilación aplicadas.

En ambas universidades la sexta experiencia de laboratorio aborda la técnica de cromatografía. La práctica desarrollada en la UIA determina los componentes de una mezcla ternaria mediante cromatografía en capa fina. Por otro lado, la UNAM realiza cinco procedimientos para esta práctica:

- A) Preparación de cromatoplasmas y capilares.
- B) Aplicación de la muestra y efecto de la concentración.
- C) Polaridad de las sustancias y polaridad de los eluyentes.
- D) Pureza de las sustancias.
- E) La cromatografía en capa fina, como criterio parcial de identificación: donde se identifican los componentes de Sedalmerck® (paracetamol y cafeína).

La diferencia observada acá se relaciona con el mayor número de pasos y los diferentes métodos que realiza la UNAM. A pesar de lo anteriormente mencionado, ambas universidades estudian las técnicas cromatográficas, solo que aplicadas de diferente forma, pero la finalidad del concepto de la práctica es la misma; este es la técnica de cromatografía en capa fina.

La séptima práctica realizada en la UIA consiste en desarrollar una reacción de sustitución nucleofílica unimolecular ( $SN_1$ ) a partir de alcohol terbutílico en medio ácido, para obtener cloruro de terbutilo, un haluro terciario y agua. Por su parte, la UNAM realiza una práctica denominada “Obtención de cloruro de terbutilo y bromuro de n-butilo”; sin embargo, está diseñada para desarrollarse en Química Orgánica II, ya que es la primera práctica descrita en el manual de laboratorio de este curso. En la práctica de cloruro de terbutilo y bromuro de n-butilo, se estudian reacciones de sustitución nucleofílica alifática unimolecular ( $SN_1$ ) para haluros terciarios, y bimolecular ( $SN_2$ ) para haluros primarios.

Además, ambas universidades identifican a estos haluros de alquilo extraídos, con nitrato de plata. Acá se observa que el tema abordado en ambas universidades es el de síntesis de haluros de alquilo por reacciones de sustitución nucleofílica; en el caso de la UIA se enfatiza experimentalmente en el mecanismo unimolecular (sustitución nucleofílica unimolecular), mientras que en la UNAM se estudia tanto el mecanismo unimolecular como el bimolecular

(sustitución nucleofílica bimolecular). A pesar de estas diferencias, el concepto estudiado corresponde al mismo, lo cual permite considerar que no existen diferencias en cuanto a fondo o intencionalidad.

La octava experiencia práctica de la UIA, aborda la caracterización de hidrocarburos, por medio de pruebas de insaturación y ensayos para la caracterización de compuestos aromáticos. La práctica de la Universidad Nacional Autónoma de México no abarca este tema dentro de las prácticas de laboratorio del curso; sin embargo, al examinar el programa teórico de este curso se observa el tema de hidrocarburos que enlaza aspectos incluidos dentro de las sesiones experimentales de laboratorio en la UIA.

La novena experiencia de laboratorio de la UIA se enfoca en los alcoholes. Esta realiza pruebas de caracterización como solubilidad en agua, reacción con sodio metálico, reactivo de Lucas, oxidación con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) y reacción de yodoformo. Por otro lado, la UNAM desarrolla, en la cuarta práctica de laboratorio a nivel del curso de Química Orgánica II, una reacción de óxido-reducción, la cual consiste en oxidación de n-butanol a n-butiraldehído. A este producto final se le realiza una prueba de caracterización mediante el reactivo 2,4-dinitrofenilhidrazina, utilizado como prueba cualitativa para identificación de carbonilos. Se establece una diferencia entre prácticas, pues en la UIA se enfocan desde la perspectiva de caracterización de los alcoholes, mientras que la UNAM orienta su experiencia a la oxidación de un alcohol primario para formar así un aldehído.

### *Universidad Complutense de Madrid*

En este apartado se analizan las prácticas de Química Orgánica I realizadas en la Universidad Complutense de Madrid, tomada como referente internacional y se contrastan con las desarrolladas en la Universidad Internacional de las Américas.

**Tabla 14. Descripción del Curso de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y Universidad Complutense de Madrid (UCM)**

Descriptor	Universidad	
	UIA	UCM

Ciclo	Cuatrimstral	Semestral
Créditos	6	12
Requisitos	Química General II	Química Orgánica I

Elaboración propia.

**Tabla 15. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Complutense de Madrid**

Número de práctica	Nombre de la práctica UIA	Sesiones de la práctica	Nombre de la práctica UCM	Sesiones de la práctica
1	Determinación de punto de fusión y ebullición de compuestos orgánicos	1	Separación y purificación de los componentes de una mezcla	2
2	Separación de una mezcla por extracción	1	Síntesis de dos medicamentos	2
3	Guía para la determinación de la existencia de isomería y relación isomérica entre compuestos	1	Síntesis de cloruro de terc-butilo: reacción SN1	1
4	Purificación de un sólido orgánico por cristalización	1	Nitración del clorobenceno	3
5	Destilación	1	Síntesis de alcanfor e isoborneol	2
6	Desarrollo de una cromatografía en capa fina	1		
7	Síntesis del cloruro de t-butilo: Una reacción SN1	1		
8	Caracterización de	1		

	hidrocarburos			
9	Propiedades físicas y químicas de alcoholes	1		

Elaboración propia.

En esta sección es importante señalar que la Universidad Complutense de Madrid (UCM), previo a que los alumnos reciban alguna asignatura que corresponda al área de la química, imparte un curso denominado “Operaciones Básicas de Laboratorio” (O.B.L.); este es el primer curso de la carrera, de manera que los alumnos deben conocer estas técnicas antes de recibir el curso de Química Orgánica I y II. En el curso referido se estudian las siguientes técnicas:

- Extracción sencilla y múltiple, extracción ácido-base, el método de secado y desecantes.
- Destilación sencilla, fraccionada y destilación al vacío.
- Técnicas cromatográficas en capa fina y en columna.
- Calefacción con reflujo de disolvente.
- Cristalización y sublimación.

En ambas universidades la primera práctica de laboratorio contempla el tema de propiedades físicas de los compuestos orgánicos. En la UIA se determinan intervalos de fusión y de ebullición por medio del sistema conformado por un tubo de Thiele. Por su parte, la práctica análoga desarrollada en la Universidad Complutense de Madrid, mide también las temperaturas de transición de fase de sólidos y líquidos orgánicos; sin embargo, previo a esto realiza un proceso de separación, aislación y purificación de compuestos orgánicos. Se puede establecer que a pesar de estos pasos previos, para la obtención de las sustancias por analizar que realiza la UCM, la intencionalidad de esta práctica, comparada con la que se realiza en la UIA, es la misma.

La segunda práctica de la Universidad Internacional de las Américas abarca el método de extracción. En esta se desarrolla el concepto mediante la separación de una mezcla que contiene tres compuestos, esto a través de un disolvente afín con la sustancia objetivo, mediante una

extracción simple. Por otro parte, se observa que la primera práctica realizada en la UCM, tiene dos objetivos, los cuales son separar y purificar los componentes de una mezcla mediante una extracción múltiple. Por lo que esta primera práctica realizada por la UCM también se puede comparar con la segunda experiencia de laboratorio realizada en la UIA. A pesar de que se realizan diferentes tipos de extracciones, el concepto abordado es el mismo, correspondiente a la técnica de extracción.

En la tercera práctica empleada en la UIA se realiza la determinación de la posible isomería y el establecimiento de la relación isomérica entre compuestos, un tema visto en la teoría del curso, que se amplía en el laboratorio mediante una actividad no experimental. Este tema no se incluye dentro de las sesiones experimentales en el curso de la Universidad Complutense de Madrid; sin embargo, al analizar el programa de la teoría del curso se encuentra que este tema también se incluye, con el nombre de estereoquímica, el cual relaciona aspectos incluidos dentro de la práctica de laboratorio en la UIA.

En la cuarta experiencia de laboratorio la UIA aborda la técnica de cristalización. Se realiza un proceso de purificación del ácido benzoico contaminado con arena a través de este método, el cual permite observar los cristales obtenidos. Esta técnica se desarrolla en el curso de operaciones básicas de laboratorio impartido por la Universidad Complutense de Madrid. Además, la segunda práctica de esta universidad realiza, dentro de sus procedimientos, la cristalización del paracetamol. Así, a pesar de que la UCM no le asigne una práctica a esta técnica, cuando se enfatiza en lo correspondiente al tema, sí se conceptualiza y aplica.

La quinta práctica realizada en la UIA aborda la técnica de destilación; para ello, se separa una mezcla de dos sustancias, por medio de una destilación simple y fraccionada. Esta práctica incluye evidenciar la mayor eficacia de purificación de líquidos que posee la destilación fraccionada sobre la simple, mediante una prueba de combustión de los destilados. Por su parte, la UCM no cuenta con una práctica específica para este tema, por lo que el conocimiento de esta técnica está dado solamente por el procedimiento brindado por parte de las prácticas de Operaciones básicas de Laboratorio, al inicio de la carrera.

La sexta práctica realizada en la UIA, al igual que la segunda de la UCM, estudia la técnica de cromatografía. La práctica desarrollada en la UIA separa e identifica los componentes de una mezcla mediante el método de cromatografías en capa fina. Entretanto, la UCM realiza primeramente la síntesis de dos medicamentos: ácido acetilsalicílico (AAS) y paracetamol, para luego analizarlos mediante cromatografía de capa fina (CCF) y cromatografía en columna (CC). Se establece que ambas prácticas se basan en el estudio de las técnicas cromatográficas y tienen en común el desarrollo de la cromatografía en capa fina. Se determina que la finalidad de las prácticas es la misma para ambas universidades.

La séptima práctica que realiza la UIA está relacionada con la tercera práctica efectuada en la UCM, en ambas universidades desarrollan una reacción de sustitución nucleófila unimolecular (SN1) a partir de alcohol terbutílico en medio ácido para obtener cloruro de terbutilo, un haluro terciario y agua. Además, la UIA caracteriza el producto obtenido mediante una reacción con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ). Por otro lado, la UCM, además de la síntesis del cloruro de terbutilo, realiza una reacción comparativa de alcoholes con ácido clorhídrico, aplicada a; n-butanol, sec-butanol y terc-butanol. Seguidamente, se anotan las diferencias de comportamiento para cada alcohol en función de su estructura química.

Esta reacción está favorecida (SN1) para los alcoholes terciarios (terc-butanol) y algunos secundarios (sec-butanol), con una sustitución nucleófila unimolecular; pero el rendimiento disminuye cuando se pasa a los alcoholes primarios (n-butanol) donde se realiza una reacción sustitución nucleófila bimolecular (SN2). La diferencia entre prácticas radica en que la UIA estudia la sustitución nucleófila unimolecular únicamente y la UCM estudia la sustitución nucleófila unimolecular y la bimolecular. Sin embargo, cuando se determina el trasfondo de lo estudiado en ambas prácticas, se concluye que la intencionalidad es la misma.

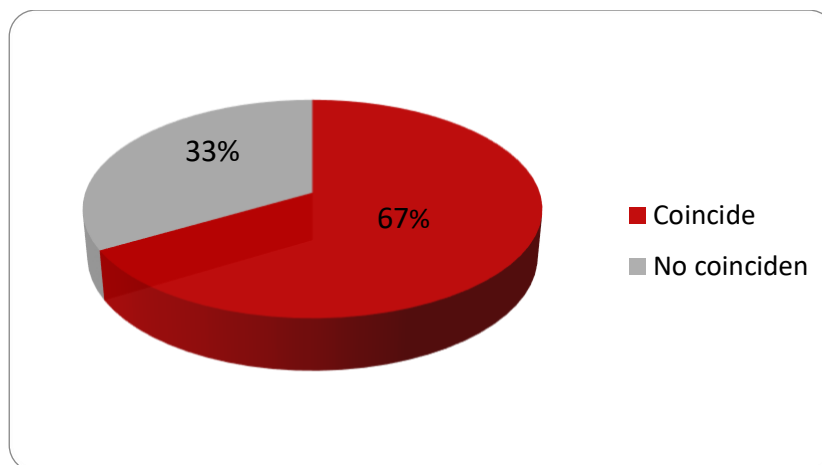
La octava experiencia práctica desarrollada en la UIA estudia a los hidrocarburos, mediante la caracterización de estos a través de diversas pruebas específicas para alcanos, alquenos y compuestos aromáticos. Este tema no se abarca en las sesiones experimentales de la Universidad Complutense de Madrid. A pesar de esto, al analizar exhaustivamente el programa de teoría del curso se observa a los hidrocarburos como parte de tema de estudio.

La novena experiencia de laboratorio de la UIA, al igual que la quinta de la UCM, estudia a los alcoholes. Por su parte, la UIA realiza pruebas de identificación de alcoholes a cinco diferentes de ellos. Por otro lado, la UCM realiza una oxidación de borneol a alcanfor que se lleva a cabo mediante un oxidante convencional dicromato sódico ( $K_2Cr_2O_7$ ) en medio ácido, seguido de una reducción de alcanfor a isoborneol por medio de borohidruro sódico ( $NaBH_4$ ) y metanol. En esta práctica, la UCM abarca dos reacciones habituales en la química de alcoholes y cetonas. La primera, corresponde a la oxidación de alcoholes secundarios, que conduce a la formación de una cetona y la segunda, la reducción de una cetona para obtener un alcohol secundario. Se percibe una idea distinta de las prácticas, pues en la UIA se realiza desde el ámbito de caracterización de los alcoholes, mientras que la UCM desarrolla una experiencia práctica orientada a la oxidación de un alcohol y la reducción de una cetona.

### **Análisis de cierre de Química Orgánica I**

Se concluye, a grandes rasgos, en torno a Química Orgánica I, la concordancia existente entre las prácticas de laboratorio de la Universidad Internacional de las Américas y sus referentes internacionales, así como el referente nacional, para una mejor comprensión de este trabajo de investigación. Para la descripción del cálculo de los porcentajes, se tomaron como base las 9 prácticas impartidas por la UIA y se determina cuántas prácticas del referente concuerdan con estas en cuanto a concepto e intencionalidad, de manera que se dividen el número de prácticas que coinciden, con las 9 prácticas de la UIA y se multiplica por 100, para obtener los valores en porcentaje.

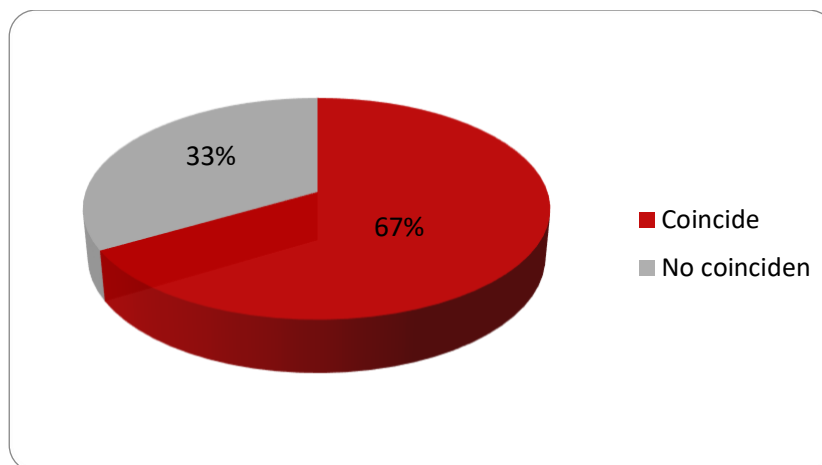
**Figura 7. Concordancia del Contenido de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad de Costa Rica (UCR)**



Elaboración propia, 2021.

En primera instancia, la Universidad Internacional de las Américas cuenta con 9 prácticas de laboratorio y la Universidad de Costa Rica con 10 prácticas. Donde 6 de las prácticas realizadas en la UCR están siendo abordadas en la UIA. En virtud de lo anterior, se observa un porcentaje mayor al 50% de prácticas que concuerdan con el contenido estudiado. El otro porcentaje de no concordancia, podría deberse a varias razones: en la UIA se realiza la tercera práctica asignada al tema de estereoquímica, la octava enfocada en el estudio de hidrocarburos, mientras que en la UCR no se realizan estas prácticas. Sin embargo, estos temas sí se toman en cuenta en el contenido teórico del curso. Las diferencias podrían atribuirse a que cada universidad se basa en la perspectiva de lo que desea incorporar la facultad a nivel experimental, pues, en efecto, no se pueden abarcar todos los temas en el laboratorio. Por otra parte, otra de las razones que disminuyen la concordancia, se le otorga a la novena práctica de la UIA, pues se observa una diferencia del contenido e intencionalidad de la prácticas, de manera que en esta universidad se aborda desde la perspectiva de caracterización de los alcoholes mientras que la UCR lo enfoca a la oxidación de los alcoholes. Así, son tres prácticas menos que, por supuesto, disminuyen el porcentaje de concordancia.

**Figura 8. Concordancia del Contenido de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**



Elaboración propia, 2021.

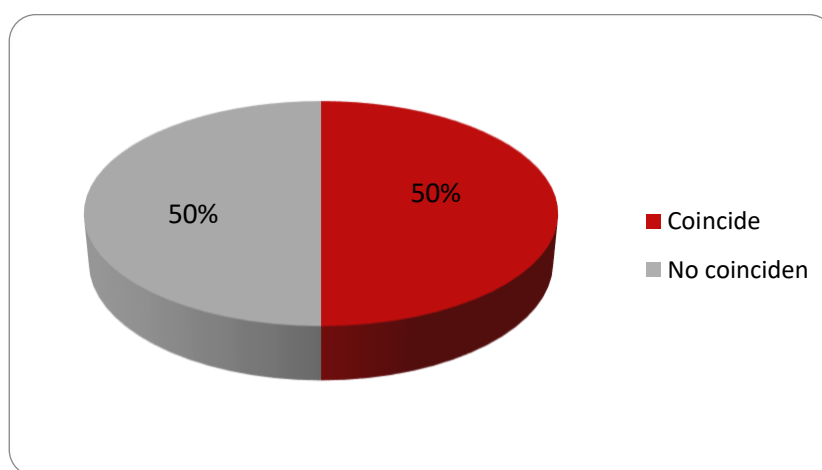
La Universidad Nacional Autónoma de México en Química Orgánica II cuenta con 11 prácticas y la Universidad Internacional de las Américas con 9 prácticas de laboratorio. De las 11 prácticas de la UNAM, la UIA tiene 6 que coinciden en el concepto abordado e intencionalidad de la práctica. Esto indica que 6 de las prácticas realizadas en la UNAM están siendo abordadas en la UIA. Se observa un porcentaje relacionado con las prácticas que no concuerdan. Esto puede ser por diversos aspectos; por ejemplo, en la práctica 3 y la 8 realizadas por la UIA, se desarrolla una práctica de estereoquímica y caracterización de hidrocarburos, respectivamente. Entretanto, en el referente no se realizan estas prácticas. Sin embargo, estos conceptos sí se abordan en la teoría de curso, por ello, se procedió a buscar la justificación o descripción del curso de cada universidad.

Del análisis de la justificación brindada en el programa de los cursos, se observó que la UIA enfoca estas experiencias a dar las bases para el aprendizaje de nuevos conceptos sobre el átomo, moléculas, orbitales, enlace covalente y reacciones. Además, técnicas de identificación, de análisis, así como para determinar la pureza, de la química orgánica de las sustancias alifáticas, estereoquímica, haluros de alquilo, radicales libres, alcoholes, éteres y compuestos relacionados. Asimismo, estudiar los compuestos químicos orgánicos, sus transformaciones, la utilización que se les puede dar y sus efectos.

Por su parte, la UNAM enfoca este curso en reconocer, representar y nombrar los diferentes compuestos orgánicos. Que el estudiante sea capaz de predecir propiedades físicas y

químicas como: solubilidad, temperatura de ebullición, acidez, basicidad y reactividad característica de cada grupo funcional, con base en efectos electrónicos, estéricos, polaridad y estructura tridimensional. No obstante, en la novena práctica de esta universidad se establece una diferencia entre prácticas, la cual fue mencionada anteriormente en el análisis de la UIA y la UCR.

**Figura 9. Concordancia del Contenido de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica I de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Complutense de Madrid (UCM)**



Elaboración propia, 2021.

Para finalizar, la Universidad Internacional de las Américas cuenta con nueve prácticas de laboratorio para Química Orgánica I, de una sesión cada una, mientras que la Universidad Complutense de Madrid posee cinco prácticas de laboratorio, divididas de la siguiente forma: la primera, segunda y quinta prácticas se dividen en 2 sesiones; la tercera en 1 sesión y la cuarta en 3 sesiones, para un total de 10 sesiones de laboratorio. De las 5 prácticas que tiene la UCM, la UIA tiene 5 que sí se relacionan directamente con los conceptos abordados. Así, todas las prácticas que desarrolla la UCM están siendo abordadas en la UIA. De esta manera, coinciden

solo en un 50%; a pesar de ese bajo porcentaje, debe entenderse que existe un mayor número de prácticas por parte de la UIA correspondientes a las 3, 5, 8 y 9 (ver Tabla 15).

Recapitulando, la disminución en el porcentaje de concordancia de cada universidad se debe a las mismas tres prácticas, estas son: la tercera, la octava y la novena, correspondientes a estereoquímica, caracterización de hidrocarburos y propiedades físicas y químicas de alcoholes, respectivamente. Entretanto, la UCM, además de esas tres incluye también la 5, la cual hace referencia a la práctica de destilación.

## Resultados del Análisis Comparativo del Contenido las Prácticas de Química Orgánica II

### *Universidad de Costa Rica*

A continuación, se analizan las prácticas de laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad de Costa Rica, tomada como referente nacional, versus la Universidad Internacional de las Américas.

**Tabla 16. Descripción del Curso de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y Universidad de Costa Rica (UCR)**

Descriptor	Universidad	
	UIA	UCR
Nombre del curso	Química Orgánica II	Química Orgánica General II
Ciclo	Cuatrimestral	Semestral
Créditos	6	5
Requisitos	Química Orgánica I	Química Orgánica General I

Elaboración propia.

**Tabla 17. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas Respecto a la Universidad de Costa Rica**

Número de práctica	Nombre de la práctica UIA	Sesiones de la práctica	Nombre de la práctica UCR	Sesiones de la práctica
--------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------	-------------------------

1	Montaje de Equipos de Destilación y Reflujo	1	Extracción reactiva: Separación de una mezcla de compuestos orgánicos	1
2	Síntesis del p-toluensulfonato de sodio	1	Efectos de los sustituyentes en una reacción de S <sub>E</sub> A	2
3	Aldehídos y cetonas: propiedades	1	Análisis físico y químico de aldehídos y cetonas	1
4	Síntesis de la acetona	1	Aldehídos y cetonas: Grupos Protectores	1
5	Oxidación de cadenas laterales: síntesis del ácido benzoico	1	Síntesis de Benzocaína	1
6	Síntesis de ésteres	1	Acetilación de una amina primaria	1
7	Síntesis de la Aspirina	1	Análisis químico de carbohidratos	1
8	Síntesis de la dibenzalacetona	1	Análisis químico de proteínas	1
9	Carbohidratos	1	Extracción e identificación de peroxidasas	1
10			Lípidos: formación de biodiesel y jabón	1

Elaboración propia.

La primera práctica empleada en la Universidad Internacional de las Américas realiza un método experimental sin el uso de reactivos, sobre el conocimiento y habilidad para hacer el montaje de los equipos empleados en la destilación simple, destilación fraccionada y en la técnica

de reflujo. Este tema no se incluye dentro de las sesiones experimentales en el curso de la UCR; sin embargo, al analizar las demás prácticas de esta universidad, se observa que en la cuarta práctica, denominada “aldehídos y cetonas como grupos protectores”, se da un procedimiento previo al objetivo de la práctica, donde se explica cómo montar el equipo de reflujo. Además, en la sexta práctica de UCR, “acetilación de una amina primaria”, se usa también este método de extracción. La UCR sí incluye la técnica de reflujo como experiencia en el laboratorio; a pesar de no designar una práctica solo para este tema lo relacionan con otras prácticas durante el curso.

**Figura 10. Equipo de Destilación Fraccionada**



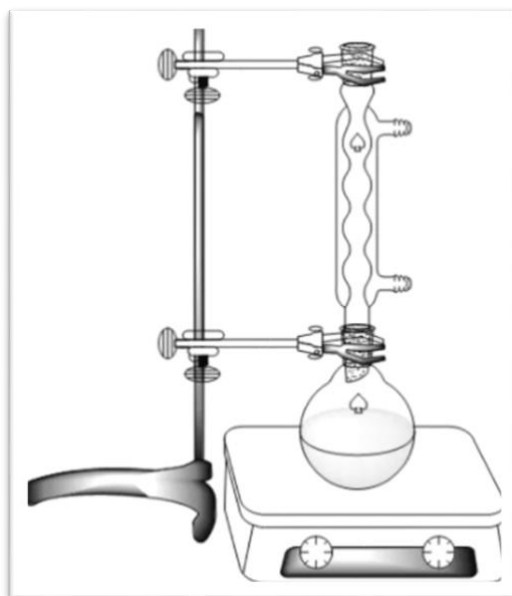
Nota: Recopilado de las prácticas de laboratorio de la UIA (2021).

**Figura 11. Equipo de Destilación Simple**



Nota: Recopilado de las prácticas de laboratorio de la UIA (2021).

**Figura 12. Equipo de reflujo**



Nota: Guzmán (2003).

En ambas universidades, para su segunda experiencia de laboratorio se desarrolla una reacción de sustitución electrofílica aromática ( $S_EA$ ). La UIA realiza la síntesis del p-toluensulfonato de sodio empleando la técnica de reflujo; un proceso de evaporación-

condensación que permite el calentamiento de reacciones, para mantener el volumen de reacción aproximadamente constante. Por otra parte, la UCR estudia los efectos que tienen los sustituyentes, en cuanto a la velocidad y regioselectividad de una reacción de sustitución electrofílica aromática ( $S_EA$ ), mediante una bromación y yodación. Se puede establecer que no existe diferencia en la parte conceptual, pues en la síntesis realizada en la UIA se emplea la técnica de reflujo para favorecer la regioselectividad deseada en la reacción, de acuerdo con el sustituyente presente en el anillo aromático.

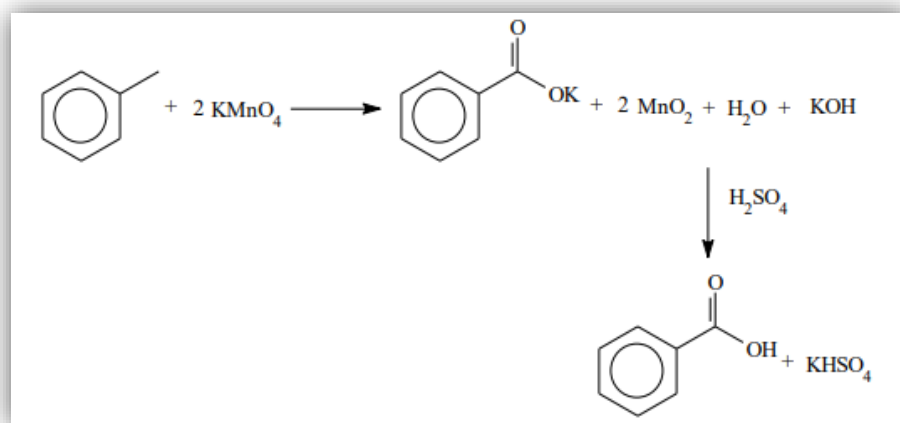
En cuanto a la tercera experiencia práctica, en ambas universidades se estudian los compuestos orgánicos aldehídos y cetonas. Esto, mediante pruebas de caracterización utilizando las técnicas de solubilidad en agua, solubilidad en ácido sulfúrico concentrado, reacción con la 2,4-dinitrofenilhidracina, la prueba con el reactivo de Tollens (oxidación de aldehídos), prueba con el reactivo de Schiff (prueba cualitativa para aldehídos) y la reacción del yodoformo, utilizada para probar la presencia de una metilcetona. Además, realizan la reacción del bisulfito sódico ( $NaHSO_3$ ). Se observa que las dos universidades usan las mismas pruebas de caracterización para la identificación de aldehídos y cetonas según corresponda. Por ello, se determina que las prácticas realizadas en ambas universidades poseen el mismo objetivo y enfoque de la experiencia práctica.

En la cuarta práctica de laboratorio desarrollada en la UIA se realiza la síntesis de la acetona a partir del 2-propanol por medio de la oxidación con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ), a través de una destilación fraccionada. Además, se realiza la prueba con la 2,4-dinitrofenilhidracina para verificar la formación de la acetona. Una vez obtenido el producto final se mide el porcentaje de rendimiento. Se observa en esta práctica una oxidación de un alcohol secundario para dar como resultado una cetona, lo cual también realiza en la décima práctica de laboratorio de Orgánica I de la UCR, pero en este caso, se pasa de mentol a mentona. Se determina un mismo sentido de las prácticas, pues ambas universidades orientan su experiencia práctica a la oxidación de un alcohol en específico para preparar un producto de interés.

En la quinta práctica realizada en la UIA se sintetiza el ácido benzoico por oxidación del tolueno, específicamente en su cadena lateral y se pasa así a un ácido carboxílico. La Universidad

de Costa Rica no tiene dentro de sus prácticas de laboratorio este tema; a pesar de esto, mediante el análisis del programa de teoría del curso, se encuentra el tema de reacciones de cadenas laterales de compuestos aromáticos, lo cual evidencia su relación con aspectos incluidos dentro de la práctica de laboratorio en la UIA.

**Figura 13. Síntesis de Ácido Benzoico**



Nota: Recopilado de las prácticas de laboratorio de la UIA (2021).

En cuanto a la sexta práctica desarrollada en la UIA, se sintetiza acetato de propilo, mediante el calentamiento de ácido acético y 1-propanol en presencia de un ácido inorgánico, reacción que corresponde a una esterificación de Fischer. En la quinta práctica del curso impartido en la UCR se sintetiza la benzocaína a partir del ácido *p*-aminobenzoico y etanol, en presencia de un catalizador ácido, siguiendo una esterificación de Fischer. A pesar de desarrollarse prácticas experimentales distintas, en ambas universidades abordan el tema de preparación de derivados de ácidos en específico la síntesis de ésteres a través de la esterificación de Fischer.

La Universidad Internacional de las Américas en su séptima práctica realiza la síntesis de la aspirina empleando la técnica de reflujo. El ácido acetilsalicílico se prepara por acetilación del ácido salicílico mediante un proceso denominado esterificación. La esterificación consiste en la reacción de un grupo carboxilo, o un carbonilo proveniente de un derivado de ácido, y un grupo hidroxilo para formar el grupo éster. En este caso, la fuente del grupo hidroxilo es el fenol del

ácido salicílico y el grupo carbonilo es el acetilo proveniente del anhídrido acético. La reacción requiere catálisis ácida por lo que se utiliza ácido sulfúrico concentrado. En esta práctica se obtienen cristales del producto, con los cual se determina el porcentaje de rendimiento. Asimismo, para su caracterización se le realiza la prueba de nitrato férrico  $[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3]$  tanto al producto obtenido (ácido acetilsalicílico) como a el ácido salicílico de partida. Esta prueba produce una reacción de óxido-reducción en donde el agente reductor es el grupo OH fenólico del salicilato y da como resultado salicilato de hierro (ferroso), que se observa como un complejo color violeta. A pesar de que la Universidad de Costa Rica no tiene una sesión experimental como tal para este tema, sí se toma en cuenta dentro de su programa de teoría la síntesis de ésteres y sus reacciones (Martínez, 2019).

Con respecto a la octava experiencia práctica que se desarrolla en la UIA, se enfoca en sintetizar la dibenzalacetona mediante una condensación aldólica mixta, a partir del benzaldehído y la acetona. En donde un ion enolato reacciona con otro compuesto carbonilo para formar una enona conjugada, dentro del procedimiento se determina el rendimiento práctico y el porcentaje de rendimiento de la síntesis. Además, se realiza una cromatografía en capa fina, comparando el benzaldehído de partida y la dibenzalacetona. Por último, se obtiene el espectro de infrarrojo de los compuestos antes mencionados. La UCR no contempla dentro de sus prácticas de laboratorio esta síntesis. Sin embargo, incluye dentro de su contenido teórico la condensación aldólica directa y cruzada o mixta y la condensación de Claisen. Por ello, se deja a criterio de la facultad qué incluye y qué no incluye dentro de las prácticas de laboratorio, mientras se cumpla con estos conceptos básicos que se requiere adquirir.

En la novena práctica desarrollada en la UIA, al igual que en la séptima realizada en la UCR, se estudian los carbohidratos. Ambas universidades abordan el concepto mediante pruebas de identificación y caracterización de estos. Comprenden reactivo de Molisch y reactivo de Seliwanoff. También, pruebas para azúcares reductores con reactivo de Benedict, reactivo de Tollens (ensayo del espejo de plata), reacción con fenilhidracina (formación de osazonas). Además realizan la hidrólisis de la sacarosa por medio de rutas ácidas y enzimáticas. La Universidad de Costa Rica realiza, además, una cromatografía de columna de los carbohidratos. Se establece que a pesar de que realizarse un paso más en la UCR, la cromatografía, este proceso

también se realiza con el fin de caracterizar los carbohidratos, por lo que en ambas universidades el objetivo e intencionalidad de la práctica es el mismo.

***Universidad Nacional Autónoma de México***

Seguidamente, se analizarán las prácticas del laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas, en comparación con la Universidad Nacional Autónoma de México.

**Tabla 18. Descripción del Curso de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**

Descriptor	Universidad	
	UIA	UNAM
Ciclo	Cuatrimestral	Semestral
Créditos	6	12
Requisitos	Química Orgánica I	Química Orgánica I

Elaboración propia.

**Tabla 19. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México**

Número de práctica	Nombre de la práctica UIA	Sesiones de la práctica	Nombre de la práctica UNAM	Sesiones de la práctica
1	Montaje de equipos de destilación y reflujo	1	Obtención de cloruro de t-butilo y bromuro de n-butilo	1
2	Síntesis del p-toluensulfonato de	1	Deshidratación de alcoholes: síntesis de	1

	sodio (Arómico)		ciclohexeno	
3	Aldehídos y cetonas: propiedades	1	Identificación de aldehídos y cetonas	1
4	Síntesis de la acetona	1	Oxidación de n- butanol a n- butiraldehído	1
5	Oxidación de cadenas laterales: síntesis del ácido benzoico	1	Condensación de Claisen-Schmidt: obtención de dibenzalacetona	1
6	Síntesis de ésteres	1	Obtención del ácido acetilsalicílico	1
7	Síntesis de la Aspirina	1	Nitración del benzoato de metilo	1
8	Síntesis de la dibenzalacetona	1	Síntesis de 2,4- dinitrofenilhidrazina y de 2,4- dinitrofenilnilina	2
9	Carbohidratos	1	Reacción de grignard Preparación de trifenilcarbinol por adición de: Benzofenona y Benzoato de etilo.	1

Elaboración propia.

En la primera experiencia de laboratorio realizada en la Universidad Internacional de las Américas se desarrolla la destreza para el montaje de los equipos empleados en la destilación simple y fraccionada, así como en la técnica de reflujo. Por otro lado, la Universidad Nacional Autónoma de México contempla los pasos del montaje de estas técnicas en la segunda práctica de Química Orgánica II, donde se aborda el montaje de una destilación simple y del sistema de

reflujo. Además, en la cuarta práctica aplicada en el laboratorio de Química Orgánica I, se arman los equipos de destilación simple y fraccionada, entre otras experiencias prácticas que utilizan estos métodos.

La segunda experiencia de laboratorio que se desarrolla en la UIA al igual que la séptima que se realiza en la UNAM se estudia una reacción de Sustitución Electrofílica Aromática. La Universidad Internacional de las Américas realiza la síntesis del *p*-toluensulfonato de sodio empleando la técnica de reflujo. No obstante, la Universidad Nacional Autónoma de México realiza una nitración del benzoato de metilo para obtener *meta*-nitrobenzoato de metilo, utilizando como método un baño de hielo. El sólido obtenido se aísla por filtración al vacío y se toma una muestra para determinar el punto de fusión y el porcentaje de rendimiento. Se puede observar que ambas sesiones experimentales estudian la reacción de sustitución electrofílica aromática, esto se evidencia mediante la introducción de un grupo nitro en el anillo aromático por acción del ácido nítrico y ácido sulfúrico, esto por parte de la UNAM. Asimismo, la UIA introduce un grupo sulfonato al tolueno, pues se hace reaccionar el tolueno con ácido sulfúrico. Se observa una diferencia entre prácticas ya que la UIA realiza una sulfonación y la UNAM una nitración; sin embargo, se establece que ambas estudian una reacción de sustitución electrofílica aromática, por lo que la intencionalidad y objetivo de estudio es el mismo.

Ambas universidades, en su tercera experiencia práctica, estudian a los aldehídos y cetonas por medio de reacciones características para distinguir entre un aldehído y una cetona. Las sesiones experimentales tienen en común la realización de las pruebas de: 2,4-dinitrofenilhidrazonas, ensayo con ácido crómico, reacción de Tollens para identificación de aldehídos y prueba del yodoformo. Se observa que las dos universidades cumplen con el mismo objetivo e intencionalidad de la práctica, que corresponde a la caracterización química de estos tipos de compuestos carbonílicos.

En la cuarta práctica de laboratorio desarrollada en la UIA se aborda la síntesis de la acetona a partir del 2-propanol por medio de la oxidación con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ). Además, se le realiza la prueba con la 2,4-dinitrofenilhidracina. Por otra parte, la UNAM en su cuarta práctica realiza una reacción de oxidación de *n*-butanol a *n*-butiraldehído y también lo

caracteriza con la prueba de 2,4-dinitrofenilhidracina, cuya función es detectar cualitativamente aldehídos y cetonas. Se observa que ambas universidades realizan una oxidación de alcoholes. Sin embargo, en la UIA se efectúa la oxidación de un alcohol secundario y da como resultado la acetona; en cambio, la UNAM realiza la oxidación de un alcohol primario, para obtener un aldehído. Esto permite observar que, a pesar de desarrollarse prácticas diferentes, se aborda el mismo concepto, referente a la síntesis de aldehídos y cetonas mediante la oxidación del alcohol adecuado.

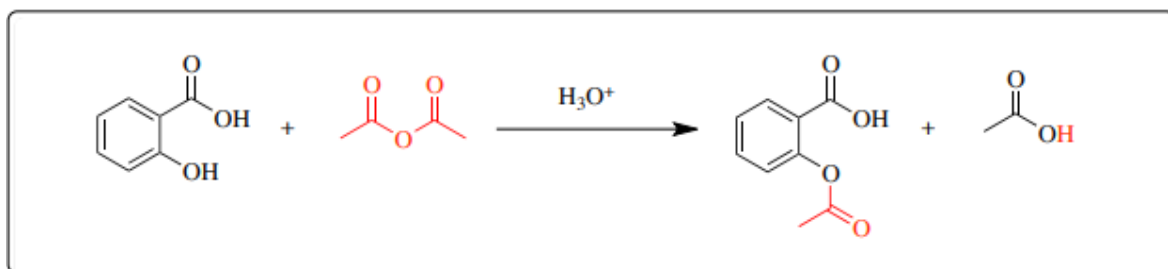
La quinta sesión experimental desarrollada en la UIA aborda la oxidación de cadenas laterales; se realiza acá la síntesis del ácido benzoico mediante la técnica de reflujo. La UNAM no contempla este tema dentro de sus sesiones experimentales; sin embargo, en un análisis del programa de teoría del curso se encuentra el tema de oxidación de cadenas laterales, el cual está relacionado con aspectos conceptuales incluidos dentro de la práctica de laboratorio en la UIA.

En la sexta práctica de laboratorio la UIA realiza la síntesis de ésteres; se emplea un sistema de reflujo para la síntesis del acetato de propilo mediante una esterificación de Fisher a partir del ácido acético y 1-propanol, con empleo del ácido fosfórico como catalizador. Al producto obtenido y al 1-propanol se le efectúa la prueba con el oxidante dicromato de potasio, donde solo reacciona el 1-propanol, pues el éster no experimenta oxidación. La UNAM no cuenta con una práctica de laboratorio de enfoque similar, por lo que se procedió al análisis del contenido del programa de teoría donde se encuentra el tema de ésteres que abarca su síntesis y reacciones, por ello, se visualiza relación con conceptos incluidos dentro de la práctica de laboratorio de la UIA.

La séptima práctica realizada en la UIA es comparable con la sexta desarrollada por la UNAM. En ellas se estudia la síntesis del ácido acetilsalicílico (Aspirina), a partir de ácido salicílico, anhídrido acético y en un medio con ácido sulfúrico concentrado mediante el proceso de esterificación. Asimismo, para su caracterización se le realiza la prueba de nitrato férrico  $[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3]$  o cloruro férrico al 3% ( $\text{FeCl}_3$ ) tanto al producto obtenido (ácido acetilsalicílico) como al ácido salicílico. A esta reacción se le reporta un proceso de óxido-reducción y da como

resultado salicilato de hierro (ferroso). Se establece que ambas universidades abordan el tema mediante el mismo procedimiento experimental efectuando la síntesis de un derivado de un ácido carboxílico como lo es un éster, mediante la acetilación de un fenol con anhídrido acético.

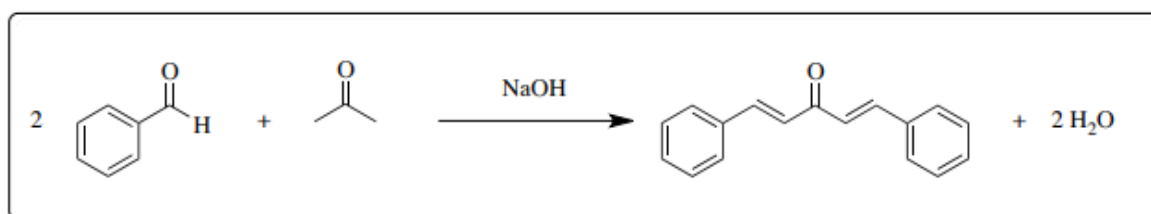
**Figura 14. Síntesis del Ácido Acetilsalicílico**



Nota: Recopilado de las prácticas de laboratorio de la UIA (2021).

La octava práctica realizada en la UIA así como la quinta desarrollada en la UNAM estudian la síntesis de la dibenzalacetona, mediante una condensación aldólica mixta, a partir del benzaldehído y la acetona. Como parte de los resultados, la UIA determina el rendimiento práctico y porcentaje de rendimiento de la síntesis. Además, obtiene el espectro de infrarrojo de los compuestos. Por otro lado, la UNAM determina el punto de fusión. Las dos universidades realizan, en común, un análisis cualitativo mediante una cromatografía en capa fina comparando la materia prima y el producto final. Se establece que las dos universidades enfocan esta experiencia de laboratorio al estudiar el concepto de una condensación aldólica mixta, aplicada a la síntesis de la dibenzalacetona; se establece que la finalidad de las prácticas es la misma.

**Figura 15. Síntesis de la Dibenzalacetona**



Nota: Recopilado de las prácticas de laboratorio de la UIA (2021).

En la novena práctica desarrollada en la UIA se estudian los carbohidratos. Esto mediante pruebas de identificación que comprenden: el reactivo de Molisch y el reactivo de Seliwanoff. También incluyen pruebas para azúcares reductores con reactivo de Benedict, reactivo de Tollens y reacción con 2,4-dinitrofenilhidracina. Además, realizan la hidrólisis de la sacarosa por medio de rutas ácida y enzimática. Se observa que no existe, por parte de la UNAM, una práctica con enfoque y contenido similar al descrito en la que se refiere.

La Universidad Nacional Autónoma de México contempla dentro de su plan de estudios la asignatura correspondiente a Química Orgánica III; sin embargo, para efectos de esta investigación únicamente se incluyen Química Orgánica I y II. Las prácticas realizadas en el laboratorio de Química Orgánica III se mencionan en la siguiente tabla, donde se observa que todas corresponden a síntesis.

**Tabla 20. Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica III de la Universidad Nacional Autónoma de México**

Número de práctica	Nombre de la práctica
1	Obtención de un oxirano y apertura del epóxido de la menadiona
2	Sustitución electrofílica en tiofeno (2-nitrotiofeno)
3	Formación de pirazolonas (3-metil-1-fenilpirazolona)
4	Formación de hidantoínas (5,5-difenilhidantoína)
5	Formación de tiazol (4-fenil-2-aminotiazol)
6	Síntesis de Hantzsch (obtención de dihidropiridinas)
7	Síntesis de barbitúricos (ácido barbitúrico)
8	Síntesis de 6-metiltiouracilo
9	Formación de coumarinas (benzocoumarina)
10	Síntesis de Fischer para indoles

Elaboración propia.

**Universidad Complutense de Madrid**

En esta parte, se realiza la comparación de las experiencias prácticas de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) en contraste con las impartidas en la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

**Tabla 21. Descripción del Curso de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) frente a la Universidad Complutense de Madrid (UCM)**

Descriptor	Universidad	
	UIA	UCM
Ciclo	Cuatrimestral	Semestral
Créditos	6	12
Requisitos	Química General II	Química Orgánica I

Elaboración propia.

**Tabla 22. Comparación de las Prácticas de Laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas respecto a la Universidad Complutense de Madrid**

Número de práctica	Nombre de la práctica UIA	Sesiones de la práctica	Nombre de la práctica UNAM	Sesiones de la práctica
1	Montaje de equipos de destilación y reflujo	1	Síntesis malónica: síntesis del ácido 5-nbutilbarbitúrico	2
2	Síntesis del p-toluensulfonato de sodio	1	Reacciones de wittig y knoevenagel: aplicación a la obtención de polímeros y oligómeros p-conjugados con propiedades	2

			fotoluminiscentes.	
3	Aldehídos y cetonas: propiedades	1	El acoplamiento de suzuki. una aplicación de “green chemistry”	1
4	Síntesis de la acetona	1	Acilación de compuestos carbonílicos vía enaminas	2
5	Oxidación de cadenas laterales: síntesis del ácido benzoico	1	Química y luz: síntesis de fluoresceína quimioluminiscencia	1
6	Síntesis de ésteres	1	Reacción de diels- alder regioselectiva. síntesis de $\alpha$ -terpineol	4
7	Síntesis de la Aspirina	1		
8	Síntesis de la dibenzalacetona	1		
9	Carbohidratos	1		

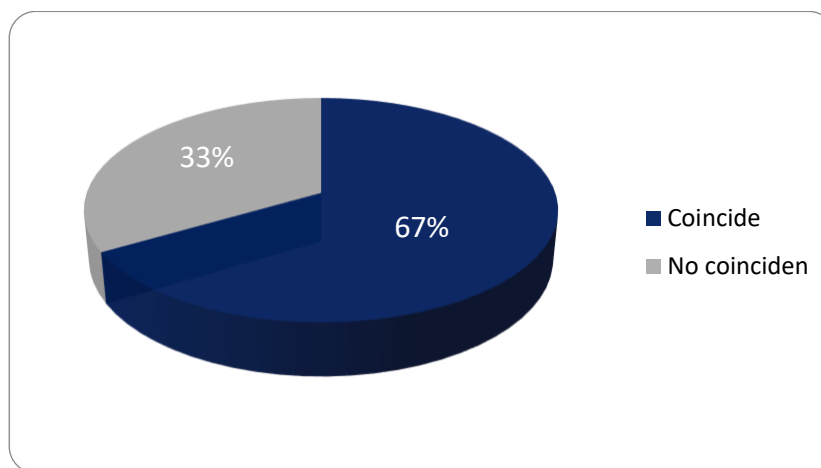
Elaboración propia.

Al realizar un análisis exhaustivo y comparar las prácticas según su objetivo, enfoque y concepto, como se hizo anteriormente con las otras dos universidades referentes para Química Orgánica II, se determina que no existe ninguna similitud entre las prácticas impartidas en la Universidad Internacional de las Américas y en la Universidad Complutense de Madrid. Sin embargo, todos los conceptos abordados en estas experiencias prácticas aparecen en la teoría de la UIA, con excepción del acoplamiento Suzuki. Es importante mencionar que los conceptos no se encuentran directamente con ese nombre pero sí aparecen dentro del curso teórico. Se establece, por tanto, que cada universidad incorpora en sus sesiones experimentales los conceptos que la facultad amerite incluir.

### Análisis de cierre de Química Orgánica II

Se concluye, a grandes rasgos, en torno a Química Orgánica II, la concordancia entre las prácticas de laboratorio de la Universidad Internacional de las Américas y su referente nacional, así como los internacionales. Para la obtención de los porcentajes se tomaron como base las 9 prácticas de laboratorio impartidas por la UIA y se determina cuántas prácticas del referente concuerdan con estas, en cuanto a concepto e intencionalidad, de esta manera, se divide el número de prácticas que coinciden con las 9 de la UIA y se multiplica por 100, para obtener los valores en porcentaje.

**Figura 16. Concordancia del contenido de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad de Costa Rica (UCR)**



Elaboración propia, 2021.

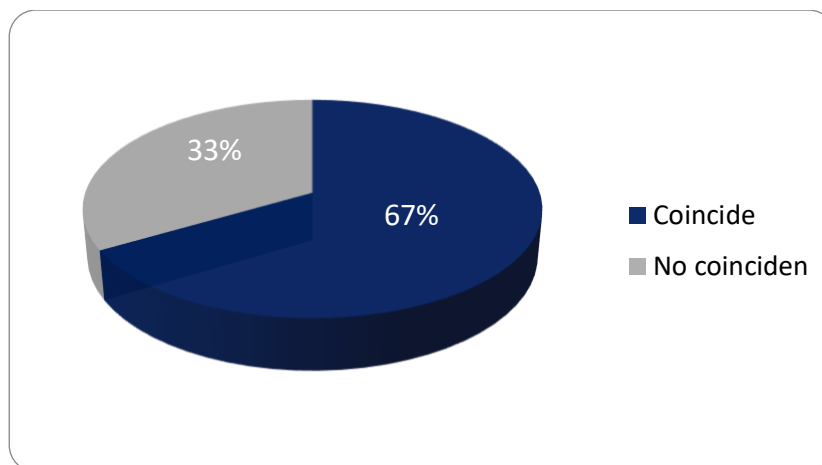
En primer lugar, la Universidad de Costa Rica posee 10 prácticas y la Universidad Internacional de las Américas cuenta con 9 prácticas de laboratorio. De las 9 que tiene esta última, la UCR tiene 6 que sí se abordan y se relacionan con la intencionalidad y concepto

aplicado. Esto se representa con una concordancia mayor al 50%. El otro porcentaje sin concordancia podría estar influenciado por varios aspectos: en la quinta práctica se sintetiza el ácido benzoico, en la séptima se realiza la síntesis de la aspirina y en la octava se sintetiza la dibenzalacetona; sin embargo, la UCR no tiene estos temas dentro de sus prácticas de laboratorio. A pesar de esto, se determina que sí se abarca en la teoría del curso y como se describió previamente, todos los conceptos incluidos a nivel práctico van a depender de lo que decida la cátedra.

Por su parte, la UIA indica en la justificación del curso el fin de que el estudiante complete sus conocimientos sobre las propiedades de los compuestos orgánicos. Acá se estudia la química de los compuestos aromáticos, carbonílicos (aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados), así como los métodos de síntesis para cada uno de ellos; además se realiza una introducción detallada sobre los compuestos de origen natural de importancia biológica, como carbohidratos, lípidos, péptidos y ácidos nucleicos. Se complementa el curso con el análisis químico y espectroscópico de estos y otros compuestos.

La Universidad de Costa Rica pretende, con este curso, que el estudiante repase las técnicas básicas usadas en el Laboratorio de Química Orgánica General I; relacione los aspectos estudiados en la teoría con los diferentes fenómenos observados en el laboratorio sobre la síntesis orgánica de los compuestos (aldehídos, cetonas y derivados de ácidos carboxílicos); comprenda los factores que afectan este proceso. Además, aplicar la separación y purificación de los productos de interés y analizar los compuestos químicos mediante sus propiedades físicas, químicas y espectroscópicas.

**Figura 17. Concordancia del contenido de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**



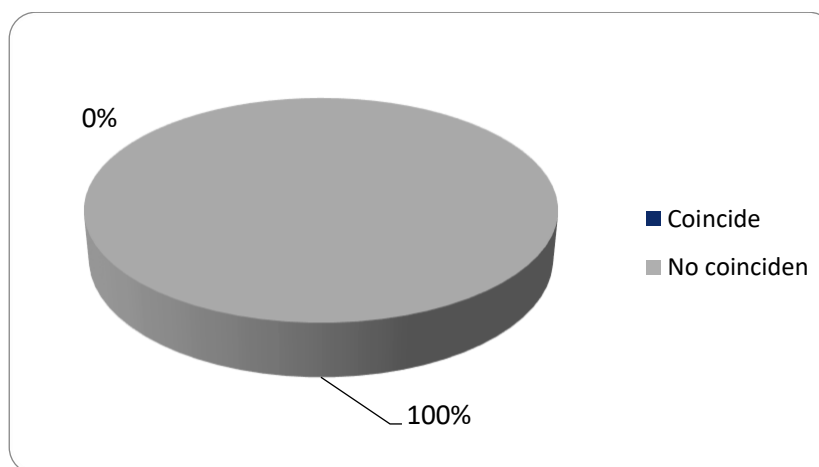
Elaboración propia, 2021.

Ambas universidades cuentan con 9 prácticas de laboratorio de Química Orgánica II, de las cuales, la UIA tiene 6 que coinciden en el concepto abordado e intencionalidad de la práctica. Esto quiere decir que 6 de las prácticas realizadas en la UNAM están siendo abordadas en la UIA. Se observa un 33% de prácticas que no concuerdan. Esto podría deberse a varias razones, por ejemplo, en las prácticas 5, 6 y 9 realizadas por la UIA se desarrolla una síntesis del ácido benzoico, síntesis de ésteres y se estudian los carbohidratos, respectivamente. Entretanto, en el referente no se realizan estas prácticas. A pesar de esto, tales conceptos se desarrollan en la teoría del curso, de manera que la UIA, según la justificación del curso, decide abarcar en el laboratorio el método de síntesis de los compuestos aromáticos y carbonílicos. De igual forma, abarca el estudio de las biomoléculas como carbohidratos, lípidos, péptidos y ácidos nucleicos.

Por su parte, la UNAM describe que el curso de Química Orgánica II busca reconocer, representar y nombrar compuestos orgánicos correspondientes a otros grupos funcionales, los cuales se complementan con aquellos revisados en el curso anterior correspondiente a Química Orgánica I. Adicionalmente, se enfoca en conocer la fuente natural y los métodos de síntesis que permiten procesar o elaborar los grupos funcionales más comunes. Así como, en función de la estructura y el grupo funcional que posea un compuesto, predecir propiedades físicas y químicas como solubilidad, temperatura de ebullición, acidez, basicidad, también la reactividad característica de cada grupo funcional con base en efectos electrónicos, esféricos, polaridad y estructura tridimensional. Además, se integra la información obtenida de cada uno de los grupos

funcionales para aplicarla en la estrategia de síntesis de algunos compuestos con actividad farmacológica.

**Figura 18. Concordancia del contenido de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) respecto a la Universidad Complutense de Madrid (UCM)**



Elaboración propia, 2021.

Finalmente, la Universidad Internacional de las Américas tiene 9 prácticas de laboratorio, para Química Orgánica II, de una sesión cada una, mientras que la Universidad Complutense de Madrid cuenta con 6 prácticas de laboratorio divididas de la siguiente forma: la primera, segunda y cuarta práctica se divide en 2 sesiones; la tercera y quinta en 1 sesión y la sexta en 4 sesiones para un total de 12 sesiones de laboratorio. De las 5 prácticas que tiene la UCM, la UIA no se relaciona con ninguna, en otras palabras, ninguna de las prácticas que desarrolla la UCM está siendo contemplada en la UIA. La razón de esto podría ser que la UIA enfoca este curso en las propiedades de los compuestos orgánicos, donde se estudia el método de síntesis de los compuestos aromáticos y carbonílicos. Además, se enfatiza en las biomoléculas como carbohidratos, lípidos, péptidos y ácidos nucleicos. Por otro lado, la UCM, también se enfoca en la síntesis y reactividad de compuestos carbonílicos, así como también, abarca productos naturales como hidratos de carbono y aminoácidos. Sin embargo, estas universidades emplean el enfoque utilizado para el estudio de la nomenclatura, síntesis y reactividad de los compuestos aromáticos y compuestos heterocíclicos.

## Resultados del Análisis Observacional

Con la finalidad de desarrollar el cuarto objetivo de la investigación, se realiza un análisis observacional no participante, tomando en cuenta únicamente la percepción de la investigadora, relacionado con el desempeño y la experiencia de los estudiantes con las metodologías de aprendizaje utilizadas en los laboratorios de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas. Para esto, se utiliza una lista de cotejo con siete criterios de evaluación que corresponden a: 1) comprende las instrucciones específicas plasmadas en las presentaciones respecto al procedimiento. 2) sigue las indicaciones generales que el docente proporciona para realizar las actividades de la práctica. 3) manipula de forma correcta el equipo de la práctica. 4) el estudiante entiende cómo realizar cada paso. 5) el estudiante interpreta los resultados obtenidos en la práctica de la manera correcta y entiende la reacción que se efectúa mediante el procedimiento y el producto final. 6) el estudiante interpreta los resultados obtenidos en la práctica de la manera correcta y por último, 7) el estudiante al finalizar la práctica cumple el objetivo. Estos criterios se clasifican en si el estudiante cumple el criterio, si se realiza un cumplimiento parcial o si no cumple. Se observa que los criterios 1, 2, 3 y 4 hacen referencia al entendimiento de la parte conceptual. Entretanto, los criterios 5, 6 y 7 corresponden al desempeño práctico basado en estos conceptos.

El instrumento se aplicó a los estudiantes que cursan Química Orgánica I y II, los cuales se dividen en 2 grupos de Química Orgánica I, y 2 grupos de Química Orgánica II, debido a que existen dos horarios distintos para cada curso. A los estudiantes de laboratorio de Química Orgánica I, impartido en la mañana, se le asigna como grupo 1 y el horario de la tarde se le asigna el grupo 2; de igual manera con Química Orgánica II. No obstante, para determinar los criterios 5 y 6, al finalizar la sesión experimental el investigador pregunta al grupo, de manera general, si se entiende la reacción desarrollada, ya sea durante el procedimiento o para obtener el producto final. Asimismo, para el criterio 6 se solicitaba a los estudiantes que interpretaran los resultados obtenidos en la práctica, de manera verbal.

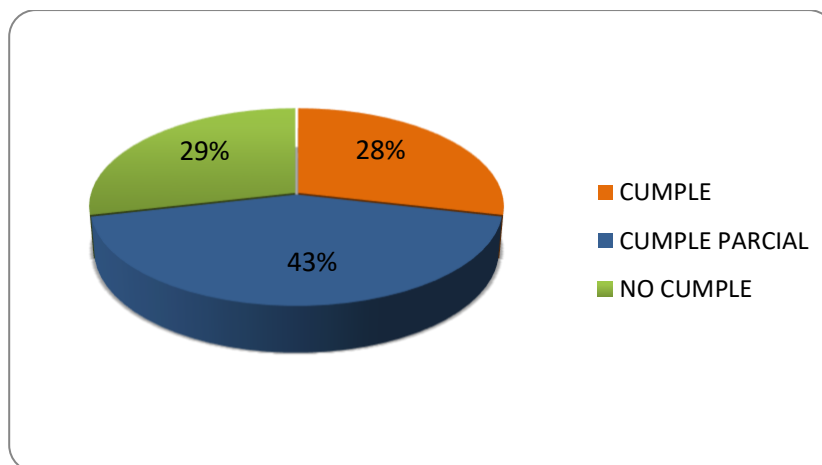
Para una mejor visualización de los resultados obtenidos se diseñaron unas gráficas, las cuales están identificadas con el curso, el grupo, el nombre y número de práctica analizada. Es importante mencionar que se realizó la observación no participante a partir de la segunda práctica. Debido a que en la fecha límite de entrega de este trabajo no alcanzó el tiempo para abarcar todas las prácticas, solamente se contempla de la práctica 2 a la 7, en ambos cursos. Además, de la práctica 2 a la práctica 4, la realización fue de manera virtual, por lo que se utilizaron elementos virtuales, en algunos casos simuladores. Las tres prácticas restantes (5, 6 y 7) se desarrollaron de manera presencial en los laboratorios de la UIA. Es importante mencionar que cuando se realiza una sola gráfica para los dos grupos es porque estos coinciden tanto en los porcentajes como en los criterios que dan valor a dicho porcentaje.

Para los valores porcentuales se toma en cuenta el desempeño por parte de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica I y II por cada práctica realizada. Para la interpretación se tomaron como base los 7 criterios del instrumento del análisis observacional utilizado para evaluar a los estudiantes. Se sumó, de los 7 criterios, cuántos cumplían a cabalidad, cuántos cumplían parcialmente o no cumplían. Una vez sumados, se dividieron entre 7 y se multiplicaron por 100 para obtener el valor en porcentaje.

### **Resultados del Análisis Observacional en Química Orgánica I**

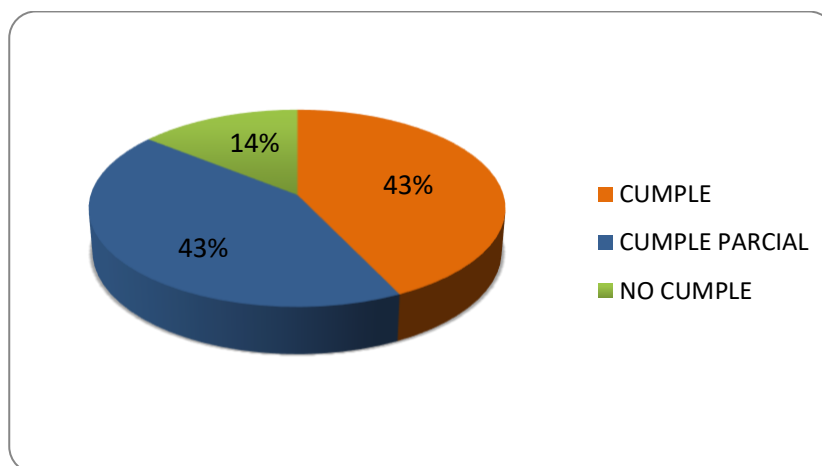
En este apartado se examinan las gráficas, por práctica y grupos, con los resultados del análisis observacional aplicado a los estudiantes de Química Orgánica I, para conocer el desempeño de esta materia en el laboratorio. Se analizan y explican los valores porcentuales de cada criterio de evaluación.

#### **Figura 19. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 en la Práctica: “Separación de una Mezcla por Extracción”**



Elaboración propia, 2021.

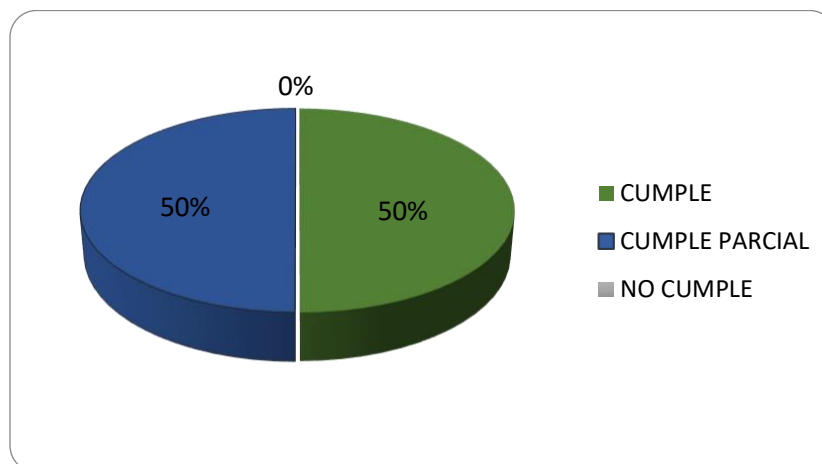
**Figura 20. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 2 en la Práctica: “Separación de una Mezcla por Extracción”**



Elaboración propia, 2021.

La segunda práctica se realizó bajo la modalidad virtual. Donde se observa que el desempeño de los estudiantes medido con el instrumento, para el grupo 1 y 2 se cumple menos del 50%; sin embargo, el grupo 1 está más cerca del 50% y demuestra que cumplen con un mayor número de criterios.

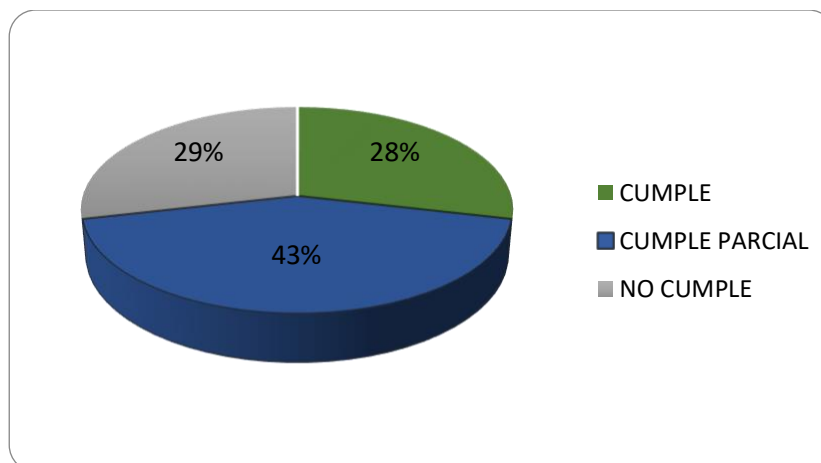
**Figura 21. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Estereoquímica”**



Elaboración propia, 2021.

La tercera práctica refleja, por parte de ambos grupos, un desempeño de cumplimiento del 50%. Es importante mencionar que acá no se toma en cuenta el tercer criterio que hace referencia a la correcta manipulación del equipo, pues esta práctica no es experimental; acá, para determinar el valor porcentual se hace con base en 6 criterios. De estos 6, se visualiza que no hay incumplimiento de los criterios.

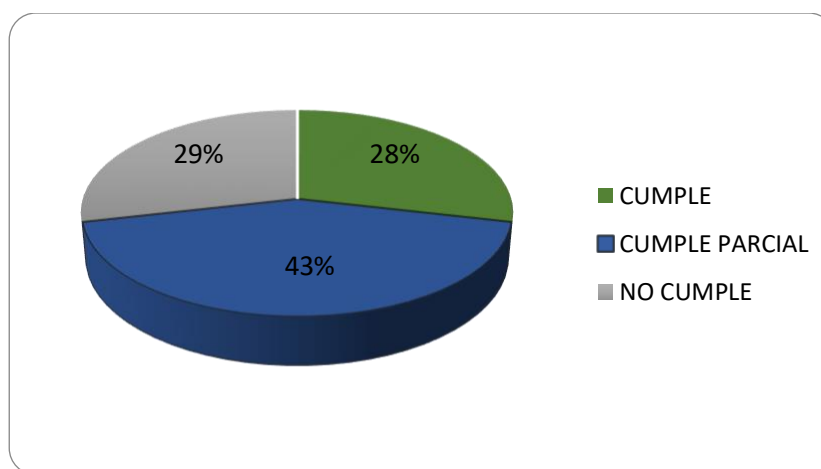
**Figura 22. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Purificación de un Sólido Orgánico por Cristalización”**



Elaboración propia, 2021.

La cuarta práctica de laboratorio correspondiente a la purificación de un sólido mediante la técnica de cristalización, se llevó a cabo en las siguientes condiciones: virtual y con el uso del simulador. Se observa que menos del 50% de los criterios se cumplen; esto, a través del desempeño de los estudiantes en el laboratorio de Química Orgánica I. Así mismo, se visualiza que alrededor del 30% sí cumple totalmente.

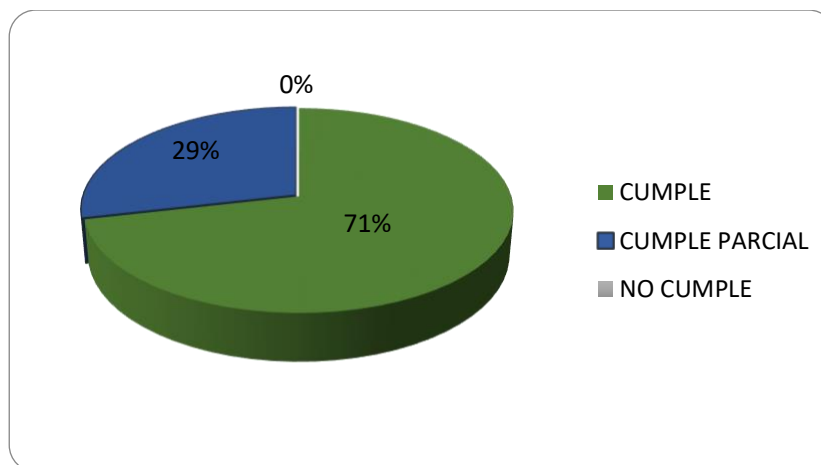
**Figura 23. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Destilación”**



Elaboración propia, 2021.

La quinta práctica de Química Orgánica I se realizó de manera presencial. En los resultados arrojados por el desempeño de los estudiantes, se observa que en un porcentaje menor al 50% se cumple con los criterios.

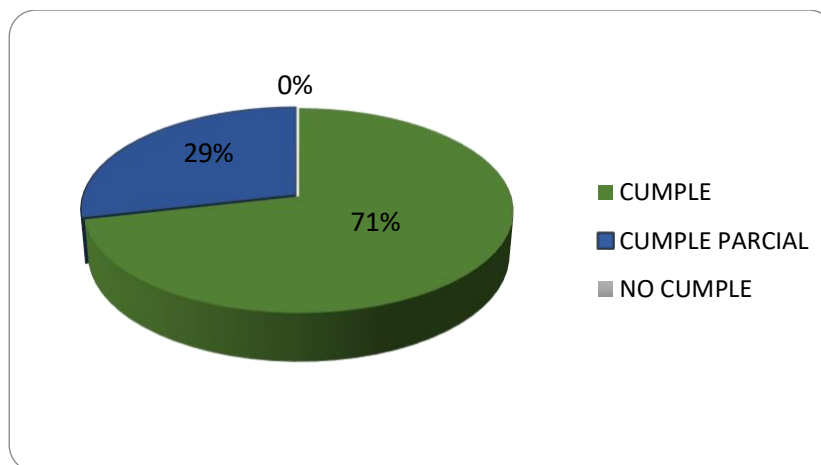
**Figura 24. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Desarrollo de una Cromatografía en Capa Fina”**



Elaboración propia, 2021.

La sexta práctica se desarrolló bajo una modalidad presencial. Se observa que el desempeño de los estudiantes, medido con el instrumento, es mayor al 50% para ambos grupos; predominan acá los cumplimientos de los criterios de evaluación. Es importante resaltar que en ambos grupos el profesor realizó una explicación previa al inicio del laboratorio acerca del procedimiento, reacciones y todo lo que implique el mejor entendimiento de la práctica. Al notar un incremento en el porcentaje de cumplimiento de esta sesión experimental, comparada con las anteriores realizadas, se empezó a tomar en cuenta este método de enseñanza en los demás laboratorios de Química Orgánica I. Es importante señalar que el docente utiliza como método de enseñanza una presentación con dibujos representativos de los pasos por seguir en cada práctica y un video explicativo de cada una de las prácticas experimentales. Así, esta explicación previa mencionada es un método de enseñanza extra aplicado.

**Figura 25. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica I del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Caracterización de Hidrocarburos”**



Elaboración propia, 2021.

La cuarta práctica refleja, por parte de los estudiantes de ambos grupos, un desempeño con porcentaje de cumplimiento por encima del 70% de los criterios. En esta sesión experimental también se realizó la explicación previa del profesor.

Finalmente, se determinó, de manera general, un aumento en el porcentaje de cumplimiento durante las prácticas de laboratorio, lo cual refleja un mejor desempeño de los estudiantes en el transcurso de estas sesiones experimentales; esto podría deberse a que el profesor complementariamente repasó los conceptos fundamentados en los videos y presentaciones para promover su participación durante el proceso enseñanza-aprendizaje, lo cual elevará la capacidad de comprensión, de la materia, por parte de los estudiantes. Otro aspecto que podría intervenir en el aumento de este desempeño, es el hecho de que a partir de la quinta práctica, se volvió a la presencialidad de los laboratorios, por tanto, se percibe que los estudiantes tienen más seguridad y se sienten en más confianza de evacuar las dudas al tener conexión directa con el docente en el laboratorio. De la misma forma, esta modalidad permite que el profesor detecte situaciones en las cuales puede contribuir e intervenir de manera oportuna para solucionarlas y mejorar su enseñanza. En virtud de lo anterior, se establece que la virtualidad no permite aplicar este método de enseñanza.

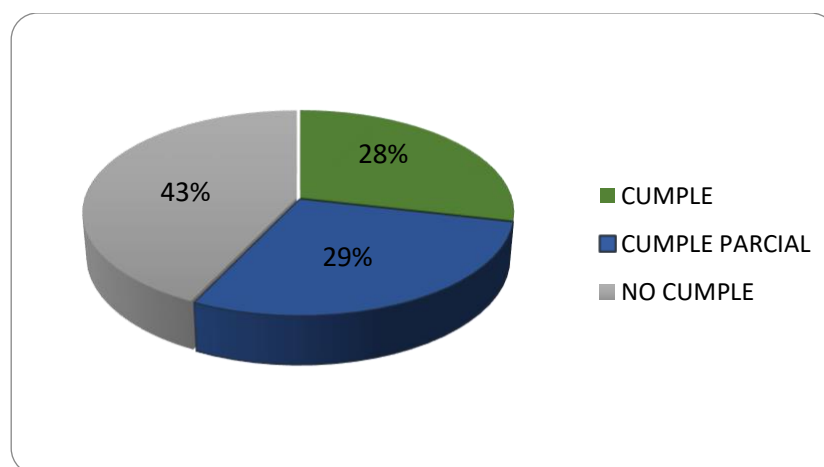
No obstante, se establece, desde la perspectiva de la investigadora, que hubo mayor problema por parte de los estudiantes de Química Orgánica I, para cumplir con los criterios 3 y 4. De manera que, al incumplir el criterio 3, se determina una deficiencia en cuanto a la

manipulación del equipo asignado para cada práctica. Además, el incumplimiento del criterio 4 hace referencia a que los estudiantes tienen dificultad en saber el orden y cómo realizar cada paso del experimento.

### Resultados del Análisis Observacional en Química Orgánica II

En este apartado se señalan las gráficas por práctica con los resultados obtenidos del análisis observacional, el cual mide el desempeño de los estudiantes en el laboratorio de Química Orgánica II, donde se analizarán los porcentajes de cumplimiento de los criterios de evaluación.

**Figura 26. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Síntesis del p-Toluensulfonato de sodio”**

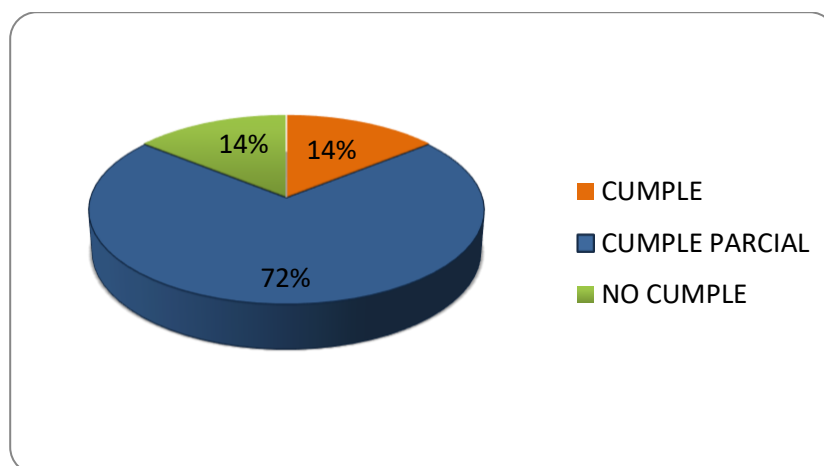


Elaboración propia, 2021.

Esta práctica correspondiente a la sustitución electrofílica aromática se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones: virtual y con el uso del simulador. Se observa que menos del 50% no fue cumplido con respecto al desempeño por parte de los estudiantes; alrededor del 30% sí lo cumple a cabalidad. Esto podría deberse a que en esta práctica se utilizó como recurso didáctico un video y una presentación explicativa de la práctica, más no se dio una explicación adicional al inicio del laboratorio. Sin embargo, el profesor facilitó unos minutos para evacuar cualquier duda producida al momento de ver el material audiovisual. Se evidencia si el estudiante está viendo o

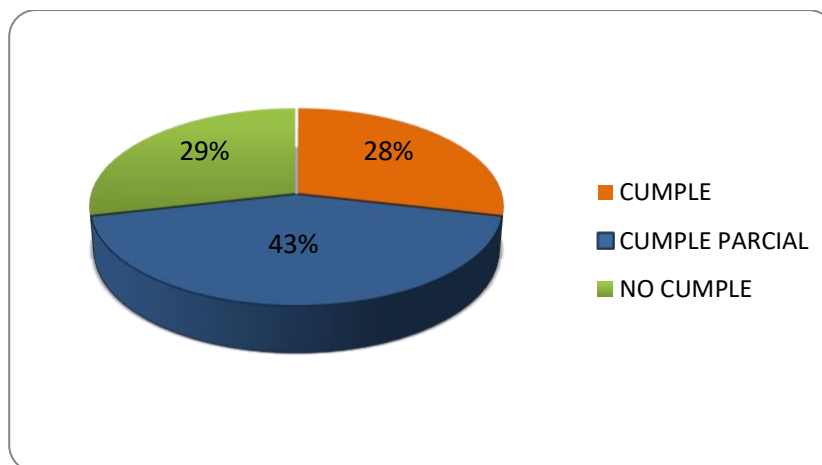
no el video explicativo, pues si los estudiantes no hacen consultas se deduce que tienen todo claro; no obstante, cuando se hace la práctica se visualiza que no hay claridad completa de esta. Por consiguiente, se contrasta este método, pues se percibe que no está funcionando del todo que los estudiantes solo vean el video, si no hay un planteamiento donde se compruebe que realmente lo están viendo.

**Figura 27. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 en la Práctica: “Propiedades de los Aldehídos y Cetonas”**



Elaboración propia, 2021.

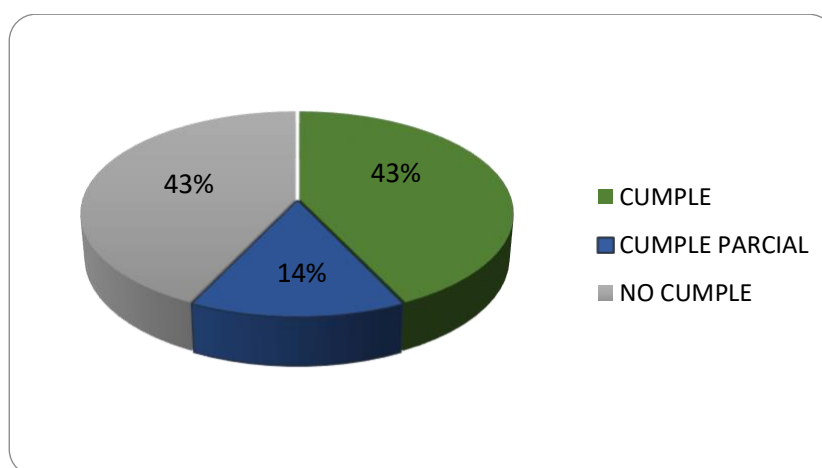
**Figura 28. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 2 en la Práctica: “Propiedades de los Aldehídos y Cetonas”**



Elaboración propia, 2021.

La tercera práctica se desarrolló con la modalidad virtual. Se observa que el desempeño de los estudiantes, medido con el instrumento, en este caso es mucho menor al 50% para ambos grupos y predomina acá el cumplimiento parcial.

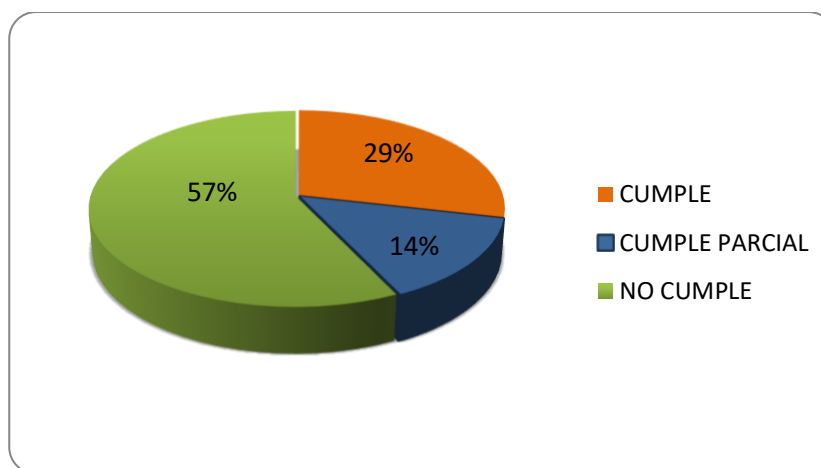
**Figura 29. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 y 2 en la Práctica: “Síntesis de la Acetona”**



Elaboración propia, 2021.

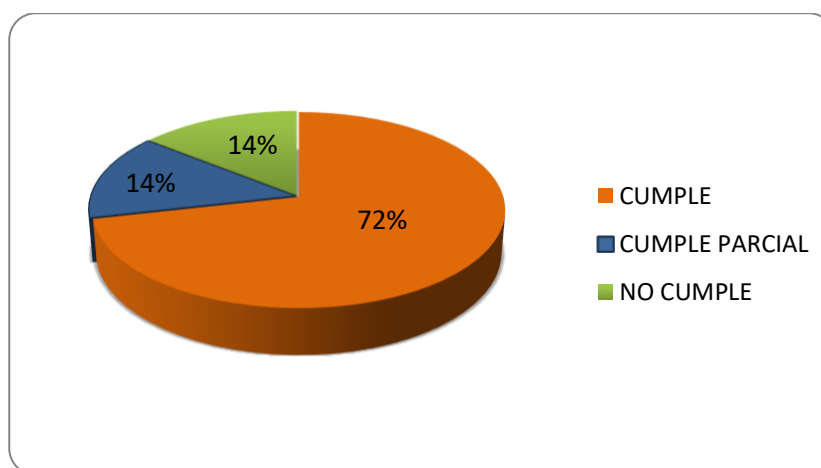
La cuarta práctica refleja, por parte de ambos grupos de estudiantes, un porcentaje de cumplimiento por debajo del 50%. Esta experiencia se desarrolló virtualmente con el uso de un simulador.

**Figura 30. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 en la Práctica: “Síntesis de Ésteres”**



Elaboración propia, 2021.

**Figura 31. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 2 en la Práctica: “Síntesis de Ésteres”**

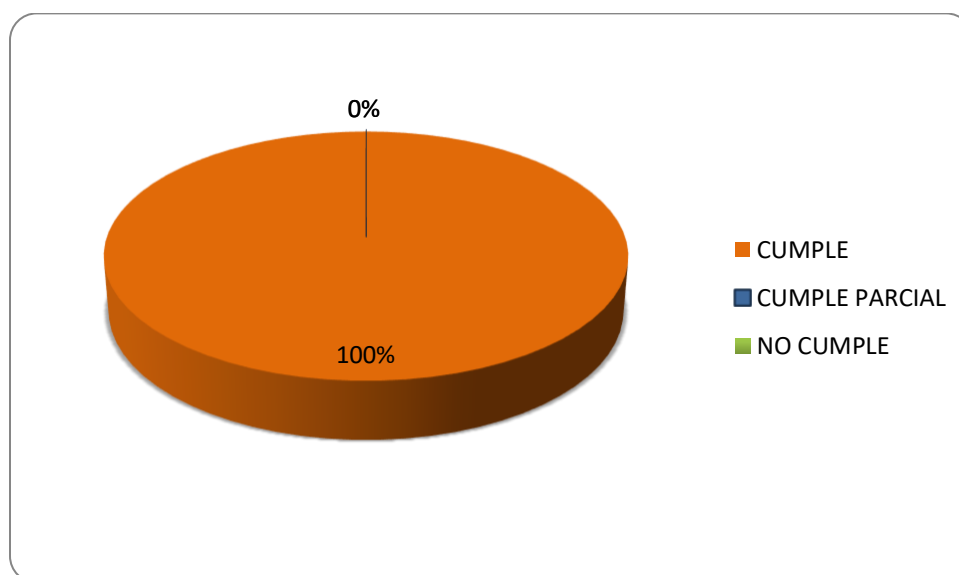


Elaboración propia, 2021.

La sexta práctica de Química Orgánica II se realizó con una modalidad presencial. En el grupo 1 se observa más de un 50% que no cumple; por el contrario, el grupo 2 presenta más de

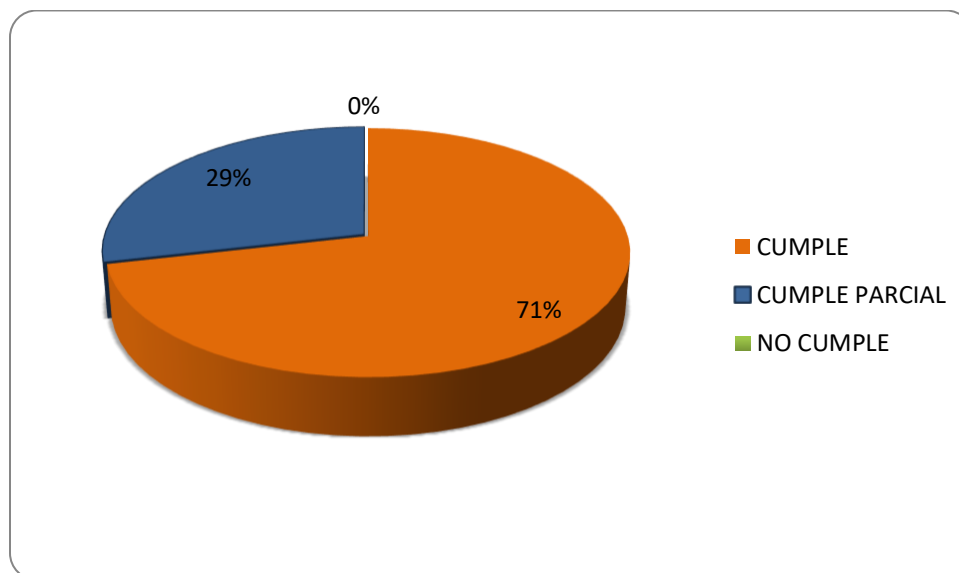
un 50% de cumplimiento total de los criterios. Esto podría deberse a que en el turno del grupo 2 el profesor hizo una explicación previa al inicio de la práctica, la cual dio énfasis en el montaje del equipo, las fases que se forman y el contenido de cada una, así como la reacción con el dicromato de potasio y el producto final. A partir de los resultados favorables obtenidos, se tomó en cuenta esta técnica de enseñanza en los laboratorios restantes del curso. Se establece que hubo un incremento en el desempeño del grupo 1 al 2 al implementar la explicación previa mencionada anteriormente.

**Figura 32. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 1 en la Práctica: “Síntesis de la Aspirina”**



Elaboración propia, 2021.

**Figura 33. Percepción de la Investigadora Respecto al Desempeño de los Estudiantes de Química Orgánica II del Grupo 2 en la Práctica: “Síntesis de la Aspirina”**



Elaboración propia, 2021.

La séptima práctica, correspondiente a la síntesis de la aspirina, se desarrolló de manera presencial en el laboratorio de la universidad. Se observó el desempeño de los estudiantes y se obtuvo un porcentaje de cumplimiento mayor al 60%. Los estudiantes del grupo 1 cumplieron con todos los criterios de evaluación y los del grupo 2 incumplieron solamente un criterio. Este alto porcentaje puede deberse a que es la tercera práctica los estudiantes realizan presencialmente, por lo que se percibió una mayor confianza en el laboratorio; además, en esta práctica se utilizó el sistema de reflujo, método que se empleó y explicó en la práctica de la semana anterior a esta. Por ello, los estudiantes ya están familiarizados con el montaje y el uso del equipo.

Se establece, a grandes rasgos, que hubo un incremento en el desempeño a lo largo de las prácticas. Eso podría deberse a que, además de la ayuda visual, se tomaron unos minutos al inicio de la clase, para llevar a cabo una explicación complementaria o adicional al material ya brindado. Esto justifica que aumente el cumplimiento en las demás prácticas, según lo reflejado en el porcentaje de criterios que cumplen. También se le atribuye una parte al aumento del desempeño, a la modalidad presencial, pues a partir de la quinta práctica se desarrollaron las

sesiones en el laboratorio de la UIA. Esto podría deberse a que el estudiante, al estar en contacto directo con el profesor, se siente en mayor confianza de hacer las preguntas surgidas en el transcurso de la sesión experimental; también el profesor utiliza un método de reflexión y cuestionamiento como proceso de enseñanza, el cual consiste en estimular a los alumnos a que planteen sus perspectivas individuales a partir de un solo concepto, investiguen sobre sus posturas, cuestionen cada paso del proceso y descubran la solución, lo cual no permite la virtualidad.

Además, se observa, desde la perspectiva de la investigadora, que los estudiantes de Química Orgánica II, tienen mayor problema para cumplir con los criterios 4, 5 y 6. Al no cumplir con el criterio 4 se determina una deficiencia en la comprensión de la parte conceptual evaluada, específicamente en la secuencia y en cómo realizar cada paso. Asimismo, los criterios 5 y 6, reflejan una disminución en el desempeño práctico basado en los conceptos y teoría abordados en cada práctica.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

Conclusión para el objetivo específico:

Objetivo N° 1. Examinar las metodologías utilizadas en los laboratorios de Química Orgánica I y II por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), como referentes internacionales, y la Universidad de Costa Rica (UCR), como referente nacional, para establecer los parámetros de evaluación.

La metodología para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II, se observa que se utilizan diferentes parámetros; sin embargo, algunos de ellos concuerdan en el trasfondo de lo que se quiere evaluar. Esto se determina con los criterios de evaluación. En el caso de la UIA le asigna un 93% a estos parámetros en común y la UCR un 90%, mientras que

con la UNAM un 100%. Por otro lado, la UCM, no se le asigna porcentaje, ya que no se encontró dentro del programa del curso; sin embargo, se observó similitud entre la UIA y la UCM en 2 parámetros que corresponde a Trabajo previo y examen corto.

Objetivo N° 2. Conocer las metodologías empleadas en las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad internacional de las Américas (UIA), mediante la recopilación de las prácticas de laboratorio.

En la Universidad Internacional de las Américas se visualizó, después de la evaluación del desempeño de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica I y II, que se utilizan varias metodologías, entre ellas: un segmento de las dudas generadas al observar el video y la presentación de la clase; además, esa evaluación se complementaba con la asistencia en las preguntas que surgían durante la sesión. También, se toma como método una breve explicación del nombre y los pasos de la práctica, así como explicación del tema por evaluar, lo cual enriquece aún más los conceptos. Como trabajo previo, se solicita la información con las constantes físicas y químicas de los reactivos por usar en ese laboratorio para conocer los posibles riesgos y precauciones. A razón de evaluar lo visto en la práctica anterior se realiza un *quiz* y se solicita un informe de laboratorio, de manera grupal.

Objetivo N° 3. Comparar las prácticas de laboratorio de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas (UIA) con las metodologías utilizadas por el referente nacional y los internacionales para el establecimiento de la cercanía de los diseños y el contenido de las prácticas.

Se establece que la UCR y la UNAM para Química Orgánica I y II, tiene un grado de concordancia del contenido de las prácticas mayor a un 60%, al evaluarlas con las de la UIA. Observándose que los nombres de las prácticas que se hacen son diferentes; sin embargo, la visualización de los conceptos teóricos y la intención de la destreza que se quiere desarrollar, si corresponden a los mismos. Mientras que la UCM, para Química Orgánica I tiene un grado de concordancia del 50%, mostrando así que todas las prácticas de esta universidad para Química

Orgánica I están siendo desarrolladas en la UIA. Por otra parte, la UCM para Química Orgánica II tiene un grado de coincidencia entre prácticas de un 0%, lo que quiere decir que ninguna de las prácticas desarrolladas en esta universidad está siendo abarcada en la UIA.

Objetivo N° 4. Estudiar el desempeño de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica I y II de la Universidad Internacional de las Américas por medio de un análisis observacional.

Se concluye, tanto para Química Orgánica I como para Química Orgánica II, un aumento en el desempeño de los estudiantes en el transcurso de las sesiones experimentales. Esto se atribuye, en parte, a la explicación complementaria o adicional que el profesor realizó al inicio de la clase. Otro aspecto que podría intervenir en el aumento del desempeño es la modalidad presencial, la cual permite un vínculo directo con el profesor, de manera que existe una mayor confianza por parte de los discentes para aclarar dudas. Además, la presencialidad le permite al profesor utilizar el método de reflexión y cuestionamiento como proceso de enseñanza.

## **Recomendaciones**

### **A la Universidad Internacional de las Américas**

A la Dirección de carrera de Farmacia, capacitar constantemente a los profesores, acerca de las metodologías de aprendizaje que utilizan. Esto permitirá al docente conocer y comprender nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje para aplicarlas con los estudiantes de Farmacia.

Dentro del contexto de asegurar la calidad de los programas de estudio de la carrera de Farmacia, se requiere definir prácticas de control, mejoramiento y garantía de la calidad a los diversos componentes de los programas, incluyendo como mínimo, evaluar la consistencia entre el currículo, la enseñanza y el logro del perfil de egreso, como punto de partida de un ciclo de mejora continua de la oferta curricular.

### **A los estudiantes de Farmacia**

Fomentar en los estudiantes la importancia para la carrera y como futuros profesionales, del conocimiento adquirido en los laboratorios de Química Orgánica, para promover una mayor participación y compromiso.

### **Al Colegio de Farmacéuticos de Costa Rica**

Regular más estrictamente y brindar un seguimiento aún más cercano a los procesos, de modo que permitan el aseguramiento de la calidad relativa a los estudiantes de farmacia en diversos aspectos, tales como los procesos de enseñanza-aprendizaje.

### **Para futuras investigaciones**

Realizar un estudio más a fondo acerca del desempeño de los estudiantes de la carrera de Farmacia en los laboratorios de Química Orgánica I y II, a partir de las metodologías de aprendizaje utilizadas y compararlas con las implementadas.

Efectuar un análisis comparativo del contenido del programa teórico de los cursos de Química Orgánica I y II, con los referentes utilizados en esta investigación y evaluar los resultados obtenidos, de manera que se abarque tanto la parte teórica como la práctica de esta asignatura.

## REFERENCIAS

Arias, A. Lozano, A. Cabanach, R. & Pérez, J. (1999). Las estrategias de aprendizaje revisión teórica y conceptual. *Revista latinoamericana de psicología*, 31(3), 425-461.

Adrián, Y. (2020) Definición de Andragogía. Recuperado de: [//conceptodefinicion.de/andragogia/](http://conceptodefinicion.de/andragogia/).

Alemán, J y Mata, M. (2016). Guía de elaboración de un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo: asignaturas teórico prácticas. *Revista General académica*, 12(7), p.23. doi: <http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/GUIAMANUALPRACTICAS.pdf>

Alonso, D. 2010. Metodologías de aprendizaje. Publicado por Dirección General de Gestión de Calidad Educativa.

Alvarado, M. Delgado, J. & Barrantes, I. (2017). Diseño de situaciones educativas innovadoras como estrategia didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Didasc@ lia: Didáctica y Educación*, 8(2).

Álvarez de Zayas, C. (2011). El diseño curricular. Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

Agenda estadística de la Universidad Nacional Autónoma de México (2020).

Baños, R. (2017). Los recursos didácticos. *Revista Universidad Pedagógica Nacional de México*

Baptista, P. Fernández C, & Hernández R. (2014). Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill.

Barra, M. (2017). Base de comparación de mallas curriculares de carreras de ingeniería civil. Recuperado de <https://rieoei.Org/historico/deloslectores/977Valle.pdf>.

Beyer, H., & Walter, W. (1986). Manual de química orgánica (19 ed.). Editorial Reverté. pp 1-2.

Beatriz, E. (2007). Elementos para un análisis de las mallas curriculares de los programas académicos de la universidad pontificia bolivariana–Medellín.

Burrhus, F. Skinner, B. Rotter, J. Albert, B. (2010). Aprendizaje social y desarrollo de la personalidad. Revista Redalyc. 6(3), 23-28.

Bruner, J. (2011). Aprendizaje por descubrimiento. NYE U: Iberia. 45(34).

Cabrera, J. (2014). Estilos de aprendizaje en estudiantes de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Universidad Nacional, Costa Rica. Revista electrónica educare, 18(3), 159-171.

Cañedo, I & Cáceres, M. (2013). Fundamentos teóricos para la implementación de la didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje. Rev Cubana de pedagogía. 4(2).

Cálciz, A. B. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. Revista digital innovación y experiencias educativas, 7, 1-11.

Castillo, A. (2018). Principales clases de compuestos orgánicos y grupos funcionales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [UAEH]. 8(1).

Castillo, N y Mendoza, E. (2016). Manual de Prácticas para el Laboratorio de Química Orgánica I. Universidad Nacional Autónoma de México.

Castillo, N. Arellano, Y. Elizalde, P. Dennett, M. Sánchez, A. García, H y García, R. (2015). Manual de Prácticas para el Laboratorio de Química Orgánica II. Universidad Nacional Autónoma de México.

Caraballo, R. (2007). La andragogía en la educación superior. Investigación y postgrado, 22(2), 187-206.

Caraballo, M. (2014). Diseño de pruebas para la evaluación diagnóstica. Una experiencia con profesores Revista Doctoral dissertation, Universidad de Granada.

Coelho, Fabián y Zita, Ana (2019) Conocimiento científico. Disponible en: <https://www.significados.com/conocimiento-cientifico/>.

Crespo, P. Ayuso, A & Madrona, P. (2016). Evaluación diagnóstica en la enseñanza conjunta de habilidades sociales y motrices en Educación Infantil. Revista de educación y enseñanza 32(7), 505-525.

Díaz, Á. (2014). Construcción de programas de estudio en la perspectiva del enfoque de desarrollo de competencias. Perfiles educativos, 36(143), 142-162.

De la Horra Gutiérrez, I. (2010). La simulación clínica como herramienta de evaluación de competencias en la formación de enfermería. Universidad complutense de Madrid. Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología), 2(1). Pp. 815-816

Ege, S. (2010). Química orgánica I: Estructura y reactividad. Reverté.

Espinosa, A. González, D. Hernández, R. (2016) Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar, Rev. redalyc, Vol 12(1), parr.7. doi: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2654/265447025017/html/index.html>.

García, A. (2018) Los 13 tipos de aprendizaje: una clasificación y las características de cada uno. *Rev psicología y mente*, párr. 6.

García, E. Barrantes, C. Ureña, A & Mora, F. (2015). Relación entre estilo de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de farmacia de la Universidad de Costa Rica. *Rev RIDU*, 9(2), 49-63.

García, M (2018). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado. Revista de curriculum y formación de profesorado*, 12(3), pp. 1-16.

Garita, G. (2020). Análisis de la percepción de los estudiantes que cursan el último año de la carrera de farmacia de la universidad internacional de las américas, respecto al uso del metilfenidato como apoyo para mejorar el rendimiento académico. Tesis de licenciatura. Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica.

Gerardo, C. Martínez, I. López, J. (2015). La eficiencia del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de la química en el nivel medio superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo: RIDE*, 6(11), 309-318.

González, J & Álvarez, J. (2016). Búsqueda eficiente de las mejores pruebas científicas disponibles en la literatura: fuentes de información primaria y secundaria. *Evid Pediatr*, 2(2), 12.

Guarro-Pallás, A. (2008). Competencias básicas currículum integrado y aprendizaje cooperativo. *Rev Investigación en la Escuela*, 66, 29-42.

Guzmán, B. (2003). Validación del método de reflujo cerrado para la determinación de la demanda química de oxígeno por titulometría (doctoral dissertation, universidad nacional).

González, J. Giorgi, G y Hoyos, P. (2015). Prácticas de Química Orgánica II. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid.

Hart, H. Hart, D. Craine, L. Mondragón, M & Herranz, R. (2007). Química orgánica (25)3. México: McGraw-Hill.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw Hill.

Hernández, R y Mendoza, P, (2018) Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill.

Honey, L y Mumfort, E. (2019) Los estilos de aprendizaje según Honey y Mumford y su relación con las estrategias didácticas. Rev de innovación, Universidad de Barcelona.

Icarte, G & Labate, H. (2016). Metodología para la revisión y actualización de un diseño curricular de una carrera universitaria incorporando conceptos de aprendizaje basado en competencias. Formación universitaria, 9(2), pp. 03-16.

Martínez, A. (2010). Recursos didácticos en la enseñanza. Revista Dialnet. 12(7). Pp. 22-24 Consultado en [http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_26/antonia\\_maria\\_moya\\_martinez.pdf](http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_26/antonia_maria_moya_martinez.pdf).

Martínez, C. (1996). Dosificación y validación de aspirina (ASA) y derivados en orina. Revista Cubana de Pediatría, 68(3), 177-182.

Martínez, D & Rodríguez, A. (2005). Los Compuestos Orgánicos en la Industria. Revista Cubana de Química, 17(3), 40.

Mateo, M. (2018). El átomo de Carbono, esencia de todo. Revista Scielo, (10) 6. 11-18

Morales, C. & Salgado, Y. (2017). Química orgánica en contexto y argumentación científica: una secuencia de enseñanza aprendizaje, desafíos y compromisos. Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias, 1(1).

Morales, P. (2011). Evaluación de los aprendizajes. Nuevos enfoques. Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias.

Morrison, R. & Boyd, R (1990). Química orgánica. Pearson educación.

Murillo, G. (2017). Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza aprendizaje. Cuadernos Hospital de Clínicas, 58(1), 68-74.

McMurry, J. Mondragón, C & Pozo, V. (2008). Química orgánica (Vol. 5). México, DF: Cengage learning.

Noller, C & Pirosky, R. (2017). Química de los compuestos orgánicos. Buenos Aires; Editorial Médico-Quirúrgica.

Ortiz, Y. Castro, D & Frutos, O. (2014). Estudiantes universitarios con bajo rendimiento académico, ¿Qué hacer? Revista Educación Médica del Centro, 6(2), 272-278.

Peña, A. Sánchez, A y Rubio, A. (2004). Estrategias metodológicas para aplicar el modelo de la convergencia europea. Res Novae Cordubenses: Estudios de Calidad e Innovación de la Universidad de Córdoba, 2, 69-92.

Pereira, R. Núñez, G. y Naranjo, J. (2017). La diversidad cognitiva como criterio de selección de equipos de aprendizaje cooperativo. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, 32, 133-152.

Pérez, A. Artavia, G. Cortés, C y Arias, C. (s.f). Manual de Laboratorio Química Orgánica General I. Universidad de Costa Rica. pp. 24-133.

Pérez, A. Artavia, G. Cortés, C y Arias, C. (s.f). Manual de Laboratorio Química Orgánica General II. Universidad de Costa Rica. pp. 20-54.

Pérez, C. (2018). Uso de lista de cotejo como instrumento de observación. Universidad Tecnológica Metropolitana. 1- 21.

Pérez, H. Méndez, S. Pérez, A. García, S. (2017). Los programas de estudio en la educación superior: Orientaciones para su elaboración. Revista Scielo. 23(9)

Quirós, S & Vargas, M. (2014). Simulación clínica: una estrategia que articula prácticas de enseñanza e investigación en Enfermería. Texto & Contexto-Enfermagem, 23(4), 815-816.

Razo, I. Dibut, L & Íñigo, E. (2016). Aseguramiento de la calidad en la educación superior: experiencia de la universidad del golfo de California, México. Revista Universidad y Sociedad, 8(1), 190-198.

Riveros, G. (2017). Compuestos orgánicos volátiles (COVs) en la industria de pinturas y sus disolventes en Perú—análisis de caso y estrategias de gestión ambiental y salud ocupacional.

Rosales, M y Duarte, P. (2017) Investigación: Fuentes de información. Rev Redalyc, (5)2, P.37

Rodríguez, I. (2008). Metodología para la elaboración de guías de fuentes de información. Investigación bibliotecológica, 22(46), 113-138.

Romero, S. Mora, T. Gaucho, W & Noguera, R. (2018). Estrategias de aprendizaje pedagógico. Revista Scielo. 13(7). Pp.23-27.

Rua, A & Alzate, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 8(1), 145-166.

Rue, J. (2015). Investigación e Innovación en Metodologías de Aprendizaje. Universidad Politécnica de Catalunya. Revista Barcelona Tech. p.p. 244-253.

Salas, 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.

Sáenz, L & Ochoa, G. (2017). Aplicación de metodologías activas para aprender a gestionar la oficina de farmacia. Una experiencia en el aula. *International Journal of Educational Research and Innovation*, (9), 281–296. Obtenido de <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/2311>.

Seoane, C y Gouloumis, A. (2016). *Prácticas de Química Orgánica I*. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid.

Sánchez, E. (2018). Las prácticas de laboratorio, estrategia innovadora para investigar. *Artículos USAT*. 2008. [En línea] Disponible en: <http://articulosusat.blogspot.com/2008/12/las-prcticas-en-laboratorio-estrategia.html>

Tonsetuv, S y Mendurzi, B (1998) *Química orgánica Moderna*. Editorial UCD. P.9.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2014). *Estrategia de Educación de la UNESCO (2014-2021)*.

Varela, L. Rodríguez, U. Álvarez, F & Álvarez, M. (2014). Desarrollo de competencias docentes a partir de metodologías participativas aplicadas a la Educación Ambiental. *Formación universitaria*, 7(6), 27-36.

Valverde, R., & Navarro, R. (2018). Evaluación de experiencias de aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales. *Campo Abierto. Revista De Educación*, 37(2), 157-170. Recuperado a partir de <https://relatec.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2987>.

Vázquez, A y Manassero, M. (2000). La atribución causal del éxito y el fracaso escolar en énfasis a las metodologías tradicionales de enseñanza. *Rev Scielo*. (10)11. pp 237-258.

Vázquez, A y Romero, B. (2012). Aprendizaje cooperativo: un reto para aprender, una manera de enseñar. *Revista de Investigación Universitaria*, 11, 93-98.

Vázquez, R. (2013). Fundamentación desde los Referentes Nacionales (lineamientos curriculares y estándares básicos de competencia )” Ministerio de Educación Nacional República de Colombia.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún infrautilizada. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69,73-79.

Weininger, J & Stermitz, R. (1988) *Química orgánica*. Editorial reverté. p.1.

Yúfera, EP (2020). *Química orgánica básica y aplicada*. Vol. 2 (Vol. 2). Reverté.

Zapata, G & Tejeda, I. (2009). Impactos del aseguramiento de la calidad y acreditación de la educación superior. Consideraciones y proposiciones. *Calidad en la Educación*, (31), 192-209.

Zabalza, M y Marcelo, C. (2018). Evaluación de prácticas: Análisis de los procesos de formación práctica. Sevilla. *GID*. 25(16), p.17.

Zuñiga, S. Pizarro, R. Escudero, M & Marín, G. (2018). Rendimiento Académico Universitario y Conductas Alimentarias. *Formación universitaria*, 11(2), 57-64.

Zuñiga, A. Leiton, R. & Naranjo, J. (2014). Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica.

## ÁPÉNDICE

### Instrumento de la investigación

**Tabla 23. Descripción de la Unidad en Análisis**

<b>Unidad curricular</b>	
<b>Actividad por evaluar</b>	
<b>Modalidad</b>	

Elaboración propia, 2021.

**Tabla 24. Desempeño de los estudiantes en los laboratorios de Química Orgánica**

<b>Lista de cotejo</b>				
<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple parcialmente</b>	<b>No cumple</b>	<b>Observaciones</b>
Comprende las instrucciones específicas plasmadas en las presentaciones respecto al procedimiento.				
Sigue las indicaciones generales que el docente proporciona para realizar las actividades de la práctica.				

Manipula de forma correcta el equipo de la práctica.				
El estudiante entiende cómo realizar cada paso.				
En caso necesario, entiende la reacción que se efectúa mediante el procedimiento y el producto final.				Una cantidad considerable de estudiantes, no comprenden las reacciones que se efectúan y no entienden por qué reacciona cada uno.
El estudiante interpreta los resultados obtenidos en la práctica de la manera correcta.				La mayoría de estudiantes, al no entender las reacciones que se dan en cada prueba, como se menciona anteriormente, se realizan una incorrecta interpretación de los resultados
El estudiante, al finalizar la práctica, cumple el objetivo				

Elaboración propia, 2021.