

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

CARRERA DE FARMACIA

**ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE
PHYSIOEX 10.0 COMO METODOLOGÍA ACTIVA DE
APRENDIZAJE EN LOS CURSOS DE FISIOLÓGÍA Y
FISIOPATOLOGÍA DE LA CARRERA DE FARMACIA DE LA
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS, EN
EL PERÍODO DE JUNIO A DICIEMBRE DE 2021**

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

SILVIA EUGENIA HERNÁNDEZ AMADOR

TUTORA:

LEXI CHAVES SILES

SEDE ARANJUEZ

NOVIEMBRE, 2021

Contenido

CAPÍTULO I: PROBLEMA	14
Planteamiento del problema	14
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
Justificación	18
Antecedentes	21
Antecedentes Históricos	21
Antecedentes Internacionales	21
Antecedentes Nacionales	24
Proyecciones	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	28
Aprendizaje	28
Método tradicional de aprendizaje.....	31
Estilos de aprendizaje	32
Estilo Activo.....	34
Estilo Reflexivo.....	34
Estilo Teórico.....	35
Estilo Pragmático.....	35
Test Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje.....	35
El modelo Vak.....	36
Visual.....	37
Auditivo.....	37
Kinestésico.....	38
Metodologías activas de aprendizaje	38
Aprendizaje autónomo.....	40
Estrategias de aprendizaje	41
Aprendizaje basado en equipo (ABE).....	41
Aprendizaje basado en problemas (ABP).....	42
Características generales del ABP	45
Ventajas	45
Desventajas.....	46
Aprendizaje práctico de carreras dentro del área de Ciencias de la Salud	49
Cursos clínicos	49
Fisiología.....	49

Historia de la Fisiología.....	50
Fisiopatología.....	52
Casos clínicos.....	52
Formación académica e innovación docente	53
Rendimiento académico	54
Medicina Basada en Evidencia (MBE).....	55
Simulación clínica.....	55
Historia de la simulación	59
Tipos de simuladores.....	61
Experiencias de simulación clínica en otros países de América.	62
Nuevas tendencias de simuladores	62
Software Educativo (SE).....	63
Características generales de un software	64
Tipos de software	65
Software PhysioEx 10.0.....	67
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	68
Enfoque de la investigación.....	68
Diseño de la investigación.....	68
Fuentes de información	69
Muestra	70
Criterios de Inclusión	71
Criterios de Exclusión	71
Instrumentos.....	71
Procedimiento de Recolección y Análisis de Datos.....	72
Fases para la recolección y el análisis de datos	74
Recolección de datos	74
Análisis de datos.....	74
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	75
Resultados del Análisis de las características del software PhysioEx 10.0.....	75
Funcionamiento.....	79
Ventajas.....	79
Referentes universitarios que implementan el Software PhysioEx.....	80
Referentes nacionales	80
Universidad de Iberoamérica (UNIBE).	80
Referentes internacionales.....	80
Universidad Complutense de Madrid (UCM).....	80

Universidad Nacional de Colombia.....	83
Universidad Europea de Valencia.....	84
Universidad de Murcia.	84
Desventajas	85
Comparación de los programas académicos de Fisiología y Fisiopatología de la UIA con las actividades del Software PhysioEx 10.0.....	86
Interpretación y análisis de los resultados de las encuestas	94
Descripción de la creación del Manual de uso.....	127
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
Conclusiones	131
Recomendaciones.....	132
REFERENCIAS	134
APÉNDICE	140

Tablas

Tabla 1. Estilos de Aprendizaje.....	36
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	72
Tabla 3. Comparación de los temas impartidos en las clases magistrales del curso de Fisiología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas con respecto a los ejercicios comprendidos en el software académico PhysioEx 10.0.....	86
Tabla 4. Comparación de los temas impartidos en las clases magistrales del curso de Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas con respecto a los ejercicios comprendidos en el software académico PhysioEx 10.0.....	87
Tabla 5. Descripción de las actividades del software académico PhysioEx 10.0 que serán incluidas en el manual de uso con respecto a cada uno de los cursos que abarca la investigación	127

Figuras

Figura 1. Condiciones para el aprendizaje	30
Figura 2. Procesos de aprendizaje	30
Figura 3. Estilos de aprendizaje	33
Figura 4. Cono de Dale	58
Figura 5. Interfaz del software académico PhysioEx 10.0	78
Figura 6. Actividad 8: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores.....	90
Figura 7: Actividad 1. Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	91
Figura 8. Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas.....	92
Figura 9. Actividad 2: Glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus.....	93
Figura 10. Género de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.....	94
Figura 11. Género de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	95
Figura 12. Rango de edad de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.....	95
Figura 13. Rango de edad de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	95
Figura 14. Situación laboral de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	96
Figura 15. Situación laboral de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	96
Figura 16. Dominio del idioma inglés de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	97
Figura 17. Dominio del idioma inglés de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	97
Figura 18. Cantidad de veces que los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas han cursado la materia.	98
Figura 19. Cantidad de veces que los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas han cursado la materia.	99
Figura 20. Cantidad de veces que los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas cursaron la materia de Fisiología.	99
Figura 21. Opinión de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas acerca de las clases magistrales impartidas en el curso de Fisiología.	100

Figura 22. Opinión de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas acerca de la dinámica del curso de Fisiología.	100
Figura 23. Grado de satisfacción de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas acerca del balance teórico-práctico del curso de Fisiología.	101
Figura 24. Utilidad de libro de Fisiología según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	101
Figura 25. Opinión acerca de que tan apropiado resulta el libro de Fisiología según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	102
Figura 26. Satisfacción por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas en relación con las metodologías de aprendizaje utilizadas en el curso de Fisiología.	102
Figura 27. Conocimiento acerca de metodologías activas de aprendizaje por parte de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	104
Figura 28. Conocimiento acerca de metodologías activas de aprendizaje por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	104
Figura 29. Desarrollo de casos clínicos en el curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	105
Figura 30. Desarrollo de casos clínicos en el curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	105
Figura 31. Técnicas de estudio aplicadas por los estudiantes de Fisiopatología para reforzar la materia vista en el curso de Fisiología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	106
Figura 32. Horas de estudio extracurricular aplicadas por los estudiantes de Fisiopatología en el curso de Fisiología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	106
Figura 33. Grafica que representa el nivel de complejidad de cada uno de los temas del curso de Fisiología según el criterio de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	107
Figura 34. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que refieren conocer acerca del software PhysioEx 10.0.	108
Figura 35. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que refieren conocer acerca del software PhysioEx 10.0.	108

Figura 36. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que les interesa recibir una presentación acerca del software PhysioEx 10.0.....	109
Figura 37. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que les interesa recibir una presentación acerca del software PhysioEx 10.0.	109
Figura 38. Expectativas de los estudiantes acerca del curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	110
Figura 39. Expectativas de los estudiantes acerca del curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas. ...	110
Figura 40. Acceso al software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	111
Figura 41. Acceso al software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	112
Figura 42. Grado de dificultad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	112
Figura 43. Grado de dificultad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	113
Figura 44. Representa una barrera de idioma que el software PhysioEx 10.0 se encuentre en inglés según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	114
Figura 45. Representa una barrera de idioma que el software PhysioEx 10.0 se encuentre en inglés según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	114
Figura 46. Interfaz del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	115
Figura 47. Interfaz del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	115
Figura 48. Comprensión de las instrucciones del software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	116
Figura 49. Comprensión de las instrucciones del software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	116

Figura 50. Prácticas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	117
Figura 51. Prácticas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	117
Figura 52. Interés en las practicas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	118
Figura 53. Interés en las practicas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	118
Figura 54. Grado de utilidad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	119
Figura 55. Grado de utilidad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	119
Figura 56. Software PhysioEx 10.0 como complemento de las clases teóricas según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	120
Figura 57. Software PhysioEx 10.0 como complemento de las clases teóricas según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	120
Figura 58. Opinión de las prácticas de auto-aprendizaje según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	121
Figura 59. Opinión de las prácticas de auto-aprendizaje según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	121
Figura 60. Cumplimiento de las expectativas acerca del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	122
Figura 61. Cumplimiento de las expectativas acerca del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	122
Figura 62. Opinión acerca del uso del software PhysioEx 10.0 en Fisiopatología según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	123
Figura 63. Necesidad de un manual de uso en español del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	123

Figura 64. Necesidad de un manual de uso en español del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	124
Figura 65. Cursos en los que se puede utilizar el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	124
Figura 66. Cursos en los que se puede utilizar el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	125
Figura 67. Opinión acerca de que la Universidad adquiriera el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	125
Figura 68. Opinión acerca de que la Universidad adquiriera el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.	126

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, María del Milagro Amador Villalobos y Oldemar Hernández Rojas, por ser mis guías en todo momento; sin ellos no estaría donde estoy ahora. Les doy infinitas gracias por siempre aconsejarme y apoyarme, por aguantar mis frustraciones e indecisiones a la hora de escoger una carrera. Aquí estoy, esto es lo mío y espero hacerlos sentir orgullosos cuando esté ejerciendo mi profesión, así como ustedes son mi mayor orgullo y mi modelo. Los amo con todas mis fuerzas.

A mis hermanas, Cristina y Ana Hernández Amador, que de igual manera estuvieron ahí siempre echándome porras; siempre han estado cuando las he necesitado y me han enseñado a salir a adelante poniéndole siempre una actitud positiva a la vida. Las amo.

A mí novio, Kevin Chacón Sandoval, pues ha sido uno de mis mayores apoyos en todo sentido; ha estado conmigo desde el día que decidí emprender este camino, creyendo en mí y dándome fuerzas cuando más las necesitaba. Junto con nuestros perritos Ichigo y Meena, que sin duda alguna son los amigos más fieles, me hacen una persona sumamente feliz; una sola mirada de ellos y una palabra de apoyo tuya bastan para alegrar un día, te amo. También quiero agradecer a mi suegra, Evelyn Sandoval Sandoval, quien desde un inicio me ha brindado su cariño y apoyo; sé que va a ser una de las personas más felices cuando me gradúe.

A mi amiga de toda la vida, Gabriela Guzmán Monestel, de quien he aprendido a ser fuerte. Ella me enseñó a que en medio de lo malo siempre habrá una sonrisa. Gracias por todas las risas, los consejos y por tantos años de amistad; por siempre estar atenta de cómo me va con la U y siempre apoyarme.

A las amistades que me dejó la Universidad: Hellen Campos, José Mario Arroyo, a las ya doctoras Endrina Segura, Katia Alvarado y Elena Ku y en especial, a Priscilla Salas. Gracias por todos los momentos divertidos, los consejos y por acompañarnos en los momentos un poco más estresantes como los trabajos en grupo y exposiciones, ¡jajá! Espero que continúe la bonita amistad que forjamos y que nos encontremos en nuestro camino profesional.

A mi tutora, Lexi Chávez Siles y al doctor Aarón Barrientos Hernández, quienes, sin duda alguna, fueron una pieza fundamental en este trabajo. De no ser por la ayuda que me brindaron este trabajo no hubiera sido posible. Les agradezco por toda la sabiduría que me compartieron; por todos sus consejos y esfuerzos; porque a pesar de siempre estar tan ocupados sacaron de su tiempo para aclarar mis dudas y darme ánimos.

A la Dra. Kristel Artavia Campos, el Dr. Gustavo Cabezas Gómez y a Katherine Murillo Solís, curricularista de la Universidad, por todo el apoyo que me brindaron en la realización de este trabajo.

Aunque suene extraño, quiero agradecerme, por no darme por vencida. Muchas veces somos nuestro peor enemigo y tratamos de sabotarnos en todo lo que hacemos; solo uno sabe por el camino que ha pasado para llegar a donde está. Espero seguir poniéndole la mejor cara a la vida, aunque esté muerta de cansancio o no haya tenido el mejor día. Hoy más que nunca sé que sí se puede y que no se debe dejar de luchar por lo que queremos. Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a Dios, por mantenerme con salud, ser mi guía y darme fuerzas para salir adelante.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mi mamá, María del Milagro Amador Villalobos y a mi papá, Oldemar Hernández Rojas, quienes me formaron como la persona que soy ahora. Los admiro inmensamente; además, doy gracias por tenerlos en mi vida y por todos los esfuerzos que han hecho por mis hermanas y por mí, para que tuviéramos la mejor educación y que nunca nos faltara nada. Mi mayor deseo es que ustedes me vean desempeñándome como toda una profesional.

Quiero dedicar este trabajo a una persona que fue muy importante en mi vida, mi abuelita, María del Rosario Villalobos Vargas, quien falleció el pasado 26 de setiembre, mientras yo me encontraba en este proceso. Me hubiera gustado compartirte mi título, ya que yo sé lo orgullosa que estabas de mí; recuerdo como siempre presumías mis logros y que estuviera estudiando Farmacia. Puedo imaginar tu cara de orgullo el día de mi graduación. Siempre voy a recordar todas las “cafeteadas” y el cariño que me dabas. Siempre te voy a amar, abuelita.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar el uso del software PhysioEx 10.0, como metodología activa de aprendizaje en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la Universidad Internacional de las Américas, con el propósito de ofrecerle a la institución un recurso innovador que pueda incluirse en la actualización de sus programas académicos, en aras de promover que el estudiante aprenda haciendo y desarrolle competencias para desenvolverse en el mundo laboral.

El Aprendizaje Basado en Problemas es una metodología activa de aprendizaje que incluye la aplicación de casos clínicos y simulación, lo cual acerca al estudiante a la realidad que va a vivir cuando abandone las aulas, exponiéndolo a situaciones reales que debe solucionar con el uso de sus habilidades.

El estudio tiene un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Esta investigación es pionera en el campo de la docencia; tiene como muestra a los estudiantes de Fisiología y Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021, con quienes se emplearon 4 prácticas del software. Por medio de encuestas se pudo demostrar el interés de los alumnos por la inclusión de metodologías de este tipo y se creó un manual de uso de la herramienta en español el cual comprende los ejercicios más acordes con la materia.

Los resultados determinaron que la implementación de esta herramienta a futuro, es muy útil en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Farmacia, por lo que se recomienda a la Universidad adquirir el software como complemento de la teoría impartida.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

Planteamiento del problema

En cursos clínicos como Fisiología y Fisiopatología, propios de la carrera de Farmacia, siguen impartándose clases magistrales como metodología de aprendizaje; tal es el caso de la Universidad Internacional de las Américas. Es necesario que asignaturas de este tipo se complementen con otras estrategias didácticas que incluyan las capacidades prácticas, actitudes y valores de los estudiantes y que los ayuden a asimilar conceptos complejos y faciliten su aprendizaje, en aras de formar mejores profesionales (Burgo & Ochoa, 2018).

Una problemática a nivel de educación superior en carreras pertenecientes al área de ciencias de la salud, reside en que las metodologías tradicionales aplicadas en algunos cursos de origen biomédico impartidos en las universidades, basan el aprendizaje en la transmisión de información por parte del docente, de manera unidireccional. En la mayoría de los casos los estudiantes son evaluados luego en una prueba escrita y en muchas ocasiones esta técnica no da los mejores resultados, ello se va a manifestar en un vacío de conocimiento que repercutirá en la formación de los futuros profesionales (Ortiz, 2019).

Aranguren (2018) afirma que una gran cantidad de estudiantes en sus primeros años de universidad muestran una permanente indiferencia hacia la relación docente-alumno-conocimiento. Esto se debe, principalmente, al modelo de aprendizaje utilizado en el traspaso de conocimientos, donde no se concibe que la educación es un proceso de formación integral, más interactivo, que permite desarrollar un pensamiento crítico, creativo y proactivo, en aras de fomentar en los estudiantes el deseo de aprender y la habilidad de estudiar de la forma adecuada.

Las materias propias de carreras de las ciencias de la salud como Farmacia, en su mayoría son impartidas por profesores que dominan ampliamente los temas de la asignatura, pero que carecen de estrategias pedagógicas adecuadas para transmitir la información de forma clara, eficiente y provechosa para el conocimiento de los estudiantes. Muchas veces la formación médico-clínica se encuentra más enfocada en desarrollar en los alumnos capacidades diagnósticas, más que prácticas y terapéuticas (Hidalgo et al., 2017).

Como sociedad, si hablamos sobre salud, en esta área intervienen un conjunto de variables reflejadas en su eficacia a nivel general. Un factor con gran incidencia es la calidad del trato que recibe el paciente por parte de los profesionales de la salud. En el ámbito de la farmacia es importante considerar la relevancia de las competencias que el farmacéutico

adquiere durante su formación profesional, pues tendrán un impacto directo en la sociedad y en el estado de salud de sus pacientes (Hidalgo et al., 2017).

El perfil académico profesional del farmacéutico es el de una persona competente, eficaz y capaz; estos atributos están ligados al tipo de formación académica recibida. Es de gran importancia el desarrollo de diversas destrezas, razonamiento y criterio propio. Para la construcción de estas habilidades se requiere un proceso participativo que involucre tanto al estudiante como al docente; por esta razón, el sistema educativo universitario debe realizar los cambios necesarios en sus programas de estudios para ofrecerle a la sociedad un profesional altamente capacitado (Badilla et al., 2018).

La responsabilidad de que el personal farmacéutico sea competente depende de la calidad de la formación académica recibida. Según el Colegio de Farmacéuticos de Costa Rica (COLFAR), la mayoría de los profesionales de Farmacia en el país trabajan en el área asistencial, por lo que están en constante interacción con las personas. Dentro del perfil académico profesional (PAP) del farmacéutico, es fundamental el compromiso laboral que este tenga con la sociedad y el área de la salud (Badilla et al., 2018).

Los alumnos, además de desarrollar competencias profesionales, deben aprender a desempeñarse de la mejor manera a nivel social y personal. Se busca que el aprendizaje vaya más allá de una transmisión de conocimientos, que la educación sea más integral, relacionando los conceptos teóricos con la edificación de un pensamiento crítico y reflexivo. Esto se puede lograr a través de la aplicación de metodologías de aprendizaje más innovadoras y oportunas que colaboren en la comprensión de la materia impartida en los cursos (Aranguren Belaunde, 2018).

De acuerdo con Medeiros y compañeros (2019), es necesario que en la actualidad los alumnos se evalúen a sí mismos y desarrollen características de aprendizaje activo, para que tengan voluntad de aprender, además de la iniciativa de buscar información y desarrollar sus propios conocimientos de manera creativa. Los estudiantes, por lo general, están anuentes a incorporar el uso de tecnologías en el proceso de enseñanza, por lo que se debe instar a los profesores a incluir estas tecnologías como parte de su día a día en el aula.

La intención del estudio es presentar a los estudiantes una nueva herramienta de enseñanza llamada PhysioEx 10.0, la cual es un simulador virtual de tipo médico que sirve como complemento de las clases magistrales. Los estudiantes van a realizar diversas prácticas que son parte del software con sus respectivas actividades; por medio de encuestas se busca medir el interés de los alumnos en el uso de estas metodologías activas de aprendizaje.

Asimismo, es muy común que, a la hora de presentar una nueva herramienta de aprendizaje, esta cree confusión tanto en los estudiantes como en los profesores; por tal razón se pensó en crear un manual de uso del software en donde se explique detalladamente su funcionamiento, desde cómo se ingresa hasta los pasos por seguir para realizar los experimentos previamente seleccionados que más se acoplen al programa académico.

El manual contará con un apéndice donde se encontrarán casos clínicos relacionados con uno de los temas, para que el estudiante se autoevalúe después de haber hecho uso del simulador, para la relación de conceptos y solución de problemas, en función de que se emplee un aprendizaje más integral y se siga alimentando este apéndice con el paso de los cuatrimestres.

Actualmente existe la necesidad de incluir estrategias prácticas e innovadoras en cursos de origen biomédico que tienden a ser más teóricos, por lo cual se plantea la siguiente hipótesis: ¿Se considera útil el uso del software PhysioEx 10.0 como metodología activa y herramienta de aprendizaje en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas?

Objetivos

Objetivo general

Analizar la aplicación del software PhysioEx 10.0 como metodología activa de aprendizaje en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, en el período de junio a diciembre del año 2021.

Objetivos específicos

- Identificar a los estudiantes con el software académico por medio del desarrollo de algunas de las actividades afines a la materia del curso, con el fin de que relacionen los conceptos teóricos aprendidos en la asignatura con la práctica visualizada en el simulador.
- Determinar el interés de los estudiantes que cursan las materias de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas por la introducción de herramientas virtuales de aprendizaje.
- Elaborar un manual digital de uso del software PhysioEx 10.0 para los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Justificación

Dentro de la formación de carreras en el ámbito de las Ciencias de la Salud, la investigación educacional es de gran importancia, pues continuamente se busca proponer diferentes actividades que promuevan la integración de conocimientos. La implementación de casos clínicos multidisciplinares, actividades prácticas de integración y el trabajo colaborativo de profesores y alumnos para desarrollar un proyecto común, resulta un mecanismo eficaz en la formación académica (Rodamilans et al., 2018).

El aprendizaje basado en problemas (ABP), es un tipo de metodología activa y autodirigida, realizada en pequeños grupos de trabajo. Consiste en exponer a los estudiantes a diversas situaciones que suponen o simulan problemas reales, con el fin de fortalecer el aprendizaje integral de la mano del docente como guía. Sin embargo, el alumno tiene un papel esencial en este tipo de aprendizaje participativo, lo cual influye en que presente un interés mayor y una mayor satisfacción de lo aprendido (Ortiz, 2019).

Esta investigación es conveniente pues la enseñanza de materias como Fisiología y Fisiopatología, que por lo general incluyen la comprensión de conceptos complejos, se imparten en la universidad únicamente como lecciones magistrales. El método magistral siempre va a ser esencial para el aprendizaje de los estudiantes porque sistematiza la gran cantidad de información incluida en el programa, no obstante, es de gran importancia que debido al carácter clínico de estas materias se implementen otras metodologías, como la resolución de casos clínicos o la simulación de situaciones de la vida cotidiana; por tal razón, se quieren incluir metodologías activas que estimulen al estudiante a aprender y proporcionen el conocimiento necesario (Rodríguez et al., 2011).

La relevancia social de este trabajo radica en que el país ocupa profesionales en farmacia competitivos, que logren desarrollar su labor en cualquier ámbito; esto se logra mejorando la calidad de enseñanza de cursos como Fisiología y Fisiopatología, mediante la adquisición de habilidades prácticas de comunicación, comprensión, aprendizaje autónomo y pensamiento crítico (Badilla et al., 2018). Los estudiantes de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas se verán beneficiados, pues de esta manera generan su propio aprendizaje de manera interactiva.

Una de las funciones de los profesionales de la carrera de Farmacia es brindar atención farmacéutica a los pacientes, lo cual supone una comunicación más fluida con ellos y con los proveedores de atención médica. Para esto, los farmacéuticos deben utilizar habilidades eficaces para identificar y resolver problemas clínicos mayores, poniendo en práctica el

pensamiento crítico y las destrezas precisas para la toma de decisiones que debieron ser inculcadas durante su proceso de aprendizaje (Khumsikiew et al., 2015).

La reorganización de los servicios de salud junto con las crecientes necesidades y demandas de la población, así como los avances en tecnología y ciencia, requieren profesionales que cumplan con todas las expectativas; para ello, el profesional debe haber contado con un proceso educativo que cumpliera con los principios de la formación integral (Aranguren Belaunde, 2018).

Lo ideal es que en las universidades se empiece a dar un giro en relación con el proceso de aprendizaje, de manera que la enseñanza sea más integral; esto se puede ir logrando poco a poco con la aplicación de metodologías activas. Actualmente los profesionales de la salud, para optar por un trabajo, deben tener la capacidad de desenvolverse y aplicar la información que se le brindó durante su formación, además de poner a prueba su pensamiento crítico y su tacto a lo hora de atender a un paciente.

Es importante que los estudiantes, al salir de la universidad y enfrentarse a la vida real, puedan construir su propio camino, con un poco menos de inquietudes de las que tienen a menudo. Es de gran relevancia que se sientan más seguros de su potencial; el uso de metodologías activas en el campo farmacéutico aumenta la comprensión de los conceptos y la retención de ellos, además, fomenta en los estudiantes el respeto por las opiniones de sus compañeros y las diversas experiencias.

Las prácticas basadas en problemas representan un desafío para los estudiantes, sin embargo, es así como mayoritariamente se logran desarrollar habilidades comunicativas, de liderazgo y observación de la complejidad de los casos a los que se puede enfrentar más adelante en su vida profesional, de una manera más realista; la participación de los docentes es fundamental para lograr un mejor desempeño, además de la autoevaluación de los estudiantes y el apoyo de las instituciones.

Dentro de las implicaciones prácticas de esta investigación, se procura que los estudiantes tengan una mejor comprensión de los diversos procesos fisiológicos y las patologías con las que estos se relacionan, por medio del uso de un Software llamado PhysioEx 10.0. El software muestra el estado fisiológico normal de un individuo vs el estado fisiológico anormal en presencia de diferentes alteraciones que conducen al desarrollo de una enfermedad. Esto permite a los estudiantes consolidar conocimientos de otras materias afines y forjar las bases para el aprendizaje de la fisiopatología.

La tecnología actualmente integra la realidad de la mayoría de los estudiantes, pues ellos se criaron en un entorno tecnológico. Por esta razón, las nuevas metodologías de aprendizaje

que incluyen recursos virtuales son grandes aliadas de los centros educativos en primaria, secundaria y a nivel universitario. Se trata de herramientas que cumplen varios propósitos; son versátiles y potentes y pueden satisfacer las necesidades de flexibilidad y adaptación, al servicio de los más variados propósitos (Medeiros et al., 2019).

El Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) es una institución creada para contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación superior en Costa Rica; su principal misión es fomentar los procesos de evaluación para acreditar de forma voluntaria las carreras impartidas en universidades que han formalizado su compromiso con el sistema. El SINAES tiene la autoridad de evaluar y acreditar carreras de grado, posgrado, parauniversitarias y de instituciones universitarias, luego de seguir un proceso exhaustivo donde se evalúan diferentes criterios (SINAES, 2021).

La importancia y el valor teórico de implementar estrategias didácticas diferentes a las utilizadas actualmente en la malla curricular de los cursos de origen biomédico de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, reside en indagar si el uso del software PhysioEx 10.0 va a involucrar un cambio en la forma de aprendizaje de los estudiantes, que refleje un resultado positivo en su formación académica. Además, este trabajo busca estandarizar la línea de cursos clínicos como Fisiología y Fisiopatología, con el fin de actualizar los programas para que estén acorde con lo que propone el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) y colaborar con el proceso de acreditación de la carrera.

Esta investigación viene a ser considerada un estudio pionero en la Universidad Internacional de las Américas. Los cursos de Fisiología y Fisiopatología pretenden llegar a fusionarse en un futuro y actualmente utilizan las clases magistrales como única forma de aprendizaje; por tal razón se está buscando aplicar algún tipo de metodología activa más innovadora y práctica. Como utilidad metodológica, este estudio pretende demostrar qué tan viable puede llegar a ser el uso de este software, para lo cual se va a evaluar su impacto con la posterior aplicación de casos clínicos y encuestas a los estudiantes. Se analizarán las opiniones para sugerir el uso de este recurso en la institución, en aras de mejorar el rendimiento académico, y de esta manera pueda aplicarse permanentemente.

Antecedentes

Antecedentes históricos

Fue en 1965 cuando John Evans, decano fundador de la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster en Canadá, utilizó el término aprendizaje basado en problemas (ABP) para describir un tipo de metodología para el aprendizaje significativo. Trabajó con un grupo de médicos involucrados en la investigación y la educación para establecer este método, el cual consiste en el desarrollo de actitudes de aprendizaje por parte de los estudiantes para la adquisición de conocimientos y la capacidad de resolver problemas trabajando en equipo y con la presencia de un docente que cumpliera el papel de tutor facilitador (Arpí Miró et al., 2012).

La Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Atacama en Chile fue la primera institución educativa en América Latina en aplicar la metodología de aprendizaje basado en problemas o ABP, en el año 2000, en el plan de estudios para la formación de maestros y profesores, pues este modelo había sido utilizado durante años en la formación de médicos en Estados Unidos y otros países, con resultados positivos (Iglesias, 2002).

Antecedentes Internacionales

En el año 2019 López, en la Universidad Complutense de Madrid, en España, publica su proyecto de innovación titulado “Implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la enseñanza práctica de la fisiología del sistema digestivo” el cual pretendía que por medio de esta estrategia el aprendizaje se tornara más autónomo. Para ello, los estudiantes de la carrera de Farmacia realizaron prácticas con el programa PhysioEX 9.0., relacionadas con la fisiología del sistema digestivo, que luego defendieron en sesiones de laboratorio; como resultados, la mayoría de los estudiantes se mostraron satisfechos con el modelo ABP. A modo de conclusión, la autora afirma que combinar el ABP, de la mano con el uso de software informático de simulación media, favoreció la capacidad de aprendizaje de los estudiantes.

López, en el año 2019, en la Universidad Complutense de Madrid, España, en su estudio titulado “Impacto de la implementación del aprendizaje basado en problemas en combinación con las prácticas de laboratorio clínico y virtual de fisiopatología para el desarrollo de competencias profesionales”, el cual tenía como objetivo evaluar el Aprendizaje Basado en Problemas por medio de la simulación fisiopatológica de ensayos clínicos y preclínicos, mediante el uso de la herramienta PhysioEx 9.0, pone en práctica el módulo del software que incluía los ejercicios del sistema reproductor femenino. La autora obtuvo resultados positivos que incrementaron el rendimiento académico de los estudiantes y mejoraron su pensamiento crítico, lo cual les ayudó a comprender los principios fisiopatológicos de la disfunción ovárica.

Concluye que el uso de metodologías mixtas exhibe mejores resultados en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Sánchez, en su proyecto llamado “Aprendizaje basado en problemas (ABP) mediante simulación en la enseñanza práctica de la Fisiopatología del Sistema Nervioso”, realizado en el año 2017 en la Universidad Complutense de Madrid, en España, tenía como objetivo mejorar la calidad de la enseñanza práctica del curso de Fisiopatología de la carrera de Farmacia, mediante la implementación de nuevos métodos de aprendizaje basados en el ABP, por medio de la simulación ofrecida por el programa informático Physio9 para estudiar la fisiología de la musculatura esquelética. Dentro de los resultados obtenidos, la mayoría de los estudiantes respondió correctamente las preguntas de un caso clínico relacionado con el tema, luego de haber utilizado esta metodología; se concluye que el ABP es una herramienta de gran utilidad que permite a los estudiantes compartir y adquirir conocimientos.

González, en el año 2016, en la Universidad Complutense de Madrid en España, analiza en su artículo “La metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia educativa en las prácticas de farmacología y farmacoterapia”, la influencia del uso del método ABP para evaluar, de una forma diferente, las terapias farmacológicas, mediante la implementación de casos clínicos en las prácticas de los cursos de Farmacología y Farmacoterapia. Para dicho estudio obtuvo una respuesta positiva de parte de los estudiantes, pues en su mayoría consideran que el uso del ABP, por medio de la aplicación de casos clínicos, aporta un gran valor en la adquisición de conocimientos. A manera de conclusión, la valoración de los estudiantes demuestra que el este tipo de metodología puede considerarse como una estrategia eficaz de aprendizaje.

El estudio “Un modelo de aprendizaje basado en problemas en grupos pequeños en la educación farmacéutica: enseñanza en el entorno clínico” realizado por Khumsikiew y compañía en el año 2015, tenía como fin probar el aprendizaje basado en problemas (ABP) como un método alternativo de aprendizaje cognitivo en estudiantes de la carrera de Farmacia. Este punto fue analizado mediante la ejecución de prácticas en grupos pequeños como prestación de servicios de atención farmacéutica, recopilación de datos clínicos, evaluación de regímenes terapéuticos y sesiones de recapitulación de casos clínicos. Los resultados señalaron que existe un aumento en las competencias en relación con el uso del ABP, principalmente en la mejora de las destrezas clínicas que involucran la aplicación de conocimiento didáctico; por esta razón los autores concluyeron que al utilizar este método se incrementaron las habilidades clínicas de los alumnos.

Giner y García, en la Universidad Europea de Valencia, en el año 2014, publican su estudio titulado “PhysioEx 9.0 o la utilización de simulaciones de laboratorio en la asignatura de Fisiología en Ciencias de la Salud” con el objetivo de hacer que las clases impartidas fueran más dinámicas y entretenidas, por medio de la introducción de simulaciones con el programa informático, que resultaran más interesantes para los estudiantes. Los resultados proyectaron que los alumnos con calificaciones más bajas en los ejercicios de simulación también obtenían las peores calificaciones en las pruebas teóricas. Por esta razón los autores concluyen que la simulación por medio de esta herramienta virtual es efectiva para fomentar el interés y útil para que los estudiantes comprendan los términos utilizados en clase.

García y compañía, en el año 2011, en la Universidad de Murcia, España, realizan una investigación titulada “Uso del simulador informático PhysioEx en la asignatura de fisiología veterinaria: valoración del alumnado”, la cual tenía como objetivo conocer la opinión de los alumnos del curso de Fisiología Veterinaria acerca del uso del simulador PhysioEx como complemento de la materia recibida. Mediante una encuesta realizada a 249 estudiantes, la cual constaba de seis preguntas, se evaluó su criterio, luego de haber realizado una práctica del software. Obtuvieron resultados positivos, pues alrededor del 90% de los participantes consideraron útil o muy útil el uso del software en el curso de Fisiología. Concluyen afirmando que el uso de esta metodología facilita la comprensión de temas complejos y fortalece el autoaprendizaje.

En el año 2010, Gómez desarrolla su investigación “Análisis crítico de la evaluación de las competencias cognoscitivas desarrolladas en la cátedra de Fisiología con el uso del simulador PhysioEx 6.0 en un programa de medicina veterinaria”, realizada con el fin de enfocar su proceso de aprendizaje en el fortalecimiento de competencias para mejorar el desempeño del futuro profesional. El desarrollo de esta investigación se basó en la aplicación de dos de los ejercicios del simulador, a siete de los estudiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Antonio Nariño que cursaban Fisiología I; sus siete compañeros restantes continuaron con la enseñanza tradicional. Luego de esto se les aplicó una prueba escrita a los 2 grupos para valorar las competencias, sin embargo, para efectos de este trabajo no encontraron diferencias significativas entre las respuestas del grupo tradicional y el grupo que usó el software. Como conclusión general, los autores reconocen que según la literatura la simulación puede acelerar los procesos de aprendizaje, pero este no fue el caso de la investigación elaborada.

Antecedentes Nacionales

Gutiérrez y Martínez, en su artículo publicado en el año 2021 con el nombre “Aplicación de Simulación Clínica en cuidados paliativos en adulto mayor para el desarrollo de un modelo de seguimiento farmacoterapéutico” tiene el objetivo de generar una guía de escenarios de cuidados paliativos a través del uso de simulación clínica, para de esta forma desarrollar un modelo de seguimiento farmacoterapéutico, mediante el análisis de dichos escenarios, que posteriormente fueron valorados por 6 estudiantes de la Universidad Internacional de las Américas. Como metodología de investigación utilizaron revisiones bibliográficas y encuestas. Al evaluar el desempeño de los participantes desde la semana 1 hasta la semana 5, notaron un avance significativo en relación con las competencias. Concluyen la necesidad de hacer adaptaciones a los escenarios, pero que, no obstante, la simulación clínica es una excelente herramienta pedagógica, la cual ayuda a comprender la función del farmacéutico en presencia de una escena relacionada con cuidados paliativos.

En el año 2020 Sáenz y Sánchez publican su estudio titulado “Enseñanza de farmacología a los futuros médicos mediante simulación clínica”, con el objeto de rediseñar las prácticas que se venían aplicando y ofrecer nuevos manuales para desarrollar competencias y un pensamiento crítico en los estudiantes. Recalcan la importancia de migrar al formato virtual de enseñanza debido a la situación sanitaria a causa del COVID 19. Como metodología, las actividades académicas seleccionadas para ser reestructuradas fueron sometidas a evaluación por un grupo de estudiantes de Farmacología de la Universidad de Costa Rica, mediante un plan piloto que se realizó durante el III ciclo del año 2019. Finalmente, concluyen que la simulación clínica es fundamental en el apoyo didáctico para la enseñanza de la farmacología, además de que todo programa académico debe estar en una constante actualización.

Hernández, en el año 2020, realiza su estudio titulado “Aportes de la Simulación Clínica en el Desarrollo de Competencias para la Atención Farmacéutica Oncológica” con el objetivo de evaluar la simulación clínica para el desarrollo de competencias en la Atención Farmacéutica Oncológica. Esta investigación se llevó a cabo con 6 estudiantes de los cursos de Farmacología I y II, Farmacia Comunitaria y Hospitalaria de la carrera de Farmacia en la Universidad Internacional de las Américas y 11 expertos en el área de oncología, entre ellos, un médico, 7 farmacéuticos, 2 enfermeros y una psicóloga y los resultados se obtuvieron por medio de encuestas y la realización de sesiones periódicas de simulación clínica con los estudiantes. Los participantes refieren una mejora en el conocimiento sobre oncología y una mayor seguridad para abordar con empatía estos casos. Se concluye que el uso de simulación tiene un impacto

importante en el aprendizaje y es de gran utilidad para desarrollar competencias en el área oncológica.

Lizano, Arias, Cordero & Ortiz en el año 2015 realizaron un estudio en la Universidad de Costa Rica llamado “Relación entre estilo de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de farmacia de la Universidad de Costa Rica”, su objetivo fue analizar los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Farmacia, con el fin de identificar cómo podían influir estas técnicas en su rendimiento académico. Para ello, aplicaron el cuestionario de Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje a 125 estudiantes activos de la carrera de Farmacia. Luego de obtener un promedio global, expresan que no existen diferencias importantes entre las preferencias de los estilos de aprendizaje, pues los participantes del estudio no tienen un único estilo de aprendizaje, sino que combinan varios de estos. Concluyen que, adecuar varios estilos de aprendizaje a la hora de estudiar, favorece el proceso y a su vez, facilita al docente la adaptación de diversas herramientas para utilizar en la formación de sus estudiantes.

En el artículo de revisión “Aprendizaje basado en problemas y simulación clínica: aprendiendo por competencias en la educación en salud” realizado por Bustos (2015), en la Universidad Hispanoamericana, el objetivo es demostrar las ventajas de incluir en los programas de carreras en ciencias de la salud, técnicas educativas como la simulación clínica y el ABP. Mediante la revisión de artículos y textos, que determinarán las estrategias que constituyen herramientas útiles para complementar las necesidades curriculares teórico-prácticas de los estudiantes. Como resultados, el tener un currículo basado en competencias fundamentado en la utilización de la simulación, mejora significativamente la atención de pacientes y permite que los alumnos adquieran más conocimientos y actitudes necesarias para su vida profesional. El autor, luego de hacer una revisión exhaustiva de la literatura e investigaciones de centros hospitalarios y educativos, concluye que se obtienen mejores resultados en los estudiantes con una formación que incluyera la simulación clínica.

Cruz, en la Universidad Nacional en Heredia, Costa Rica (2014), realizó un estudio titulado “Uso de un e-portafolio de recursos de aprendizaje como alternativa didáctica para la enseñanza de la anatomía y fisiología humana: una propuesta para los programas de salud que imparte el INA”, el cual tuvo como objetivo desarrollar una propuesta de un e-portafolio como estrategia didáctica para la enseñanza de la anatomía y la fisiología humana. Para ello, empleó entrevistas y cuestionarios con el fin de validar algunos elementos técnicos del e-portafolio. Las entrevistas fueron realizadas a docentes expertos en el tema de las tecnologías de la información aplicadas en ambientes educativos. El estudio delimitó a sus participantes de la siguiente manera 10 docentes (6 fisioterapeutas, 2 enfermeros y 2 profesoras de educación física) y 60

estudiantes activos de los programas de formación técnica en salud del INA. El proceso de aprendizaje requiere la incorporación de estrategias que promuevan la participación activa de los estudiantes; la tesis concluye con la fase de desarrollo del e-portafolio para proponer al INA la adquisición de plataformas y software que se adapten a las necesidades de la población docente y estudiantil.

Proyecciones

Mediante esta investigación se va a comparar el programa académico actual de los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, con los módulos que incluye el software PhysioEx 10.0 y así, proponer el uso de las actividades de este que más se acoplen a la materia impartida. Luego se presentarán dos de estas actividades a los estudiantes de cada curso, de modo que puedan interactuar con la herramienta.

Por medio de este trabajo se espera determinar el interés de los estudiantes hacia la implementación de estrategias didácticas en el proceso de aprendizaje de cursos de abordaje clínico, tales como Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Se va a realizar un manual digital de uso del software que a su vez contenga un apéndice con casos clínicos para facilitar la manipulación de la herramienta por parte de los docentes y los estudiantes, con el fin de que pueda irse actualizando con el paso de los cuatrimestres.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Aprendizaje

Según la Real Academia Española, la definición de *aprendizaje* es la acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otra cosa. El término *aprender* a su vez significa adquirir el conocimiento de algo por medio del estudio o de la experiencia (RAE, 2021). Con base en estas definiciones se puede deducir que el aprendizaje es un complemento entre los conceptos teóricos y la aplicación de estos de manera práctica. En asignaturas de tipo clínico es de gran importancia aplicar la frase “aprender haciendo”, pues de esta manera los conceptos más complejos o difíciles de visualizar podrían tornarse más entendibles.

El aprendizaje se rige en la capacidad de dar solución a diversos problemas analizando la situación para afrontarla de la mejor manera. La experiencia en cualquier área la determina el conocimiento teórico y práctico adquirido anteriormente. El papel de la educación es el de enseñar a pensar, descubriendo y aplicando métodos antiguos y modernos para encarar problemas e imprevistos, para fomentar en los estudiantes la creatividad e innovación (Arias Mora et al., 2015).

La autorregulación del aprendizaje (ARA), es un proceso activo el cual consiste en que el alumno, utilizando estrategias cognitivas, conductuales, afectivas y motivacionales, alcanza sus metas de aprendizaje. El aprendizaje autorregulado cumple un papel determinante en el rendimiento positivo y exitoso de los estudiantes de educación superior. Identifica aspectos concretos que permitan obtener información más exacta con la finalidad de incidir en los niveles de autorregulación o su promoción (Álvarez-Cruces et al., 2020).

Uno de los retos más reciente es desarrollar el ARA en los estudiantes de las diversas carreras de las ciencias de salud, con el propósito de lograr en cada uno de ellos un criterio independiente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Considerando lo cambiante que es el mundo y el compromiso con la vida de otras personas, la idea de aplicar este proceso es formar adecuadamente a los futuros profesionales (Álvarez-Cruces et al., 2020).

Según Aranguren (2018) los cimientos para la obtención de un conocimiento adecuado requieren de un aprendizaje activo, que fomente la creación de un pensamiento crítico. Antes de aprender un concepto el estudiante debe primeramente asimilarlo, una vez que lo haya interiorizado debe proceder a aplicarlo y por último, contemplar la importancia del concepto adquirido. Como parte integral de esta comprensión de conocimientos es importante que el estudiante se autoevalúe en aras de valorar si realmente aprendió.

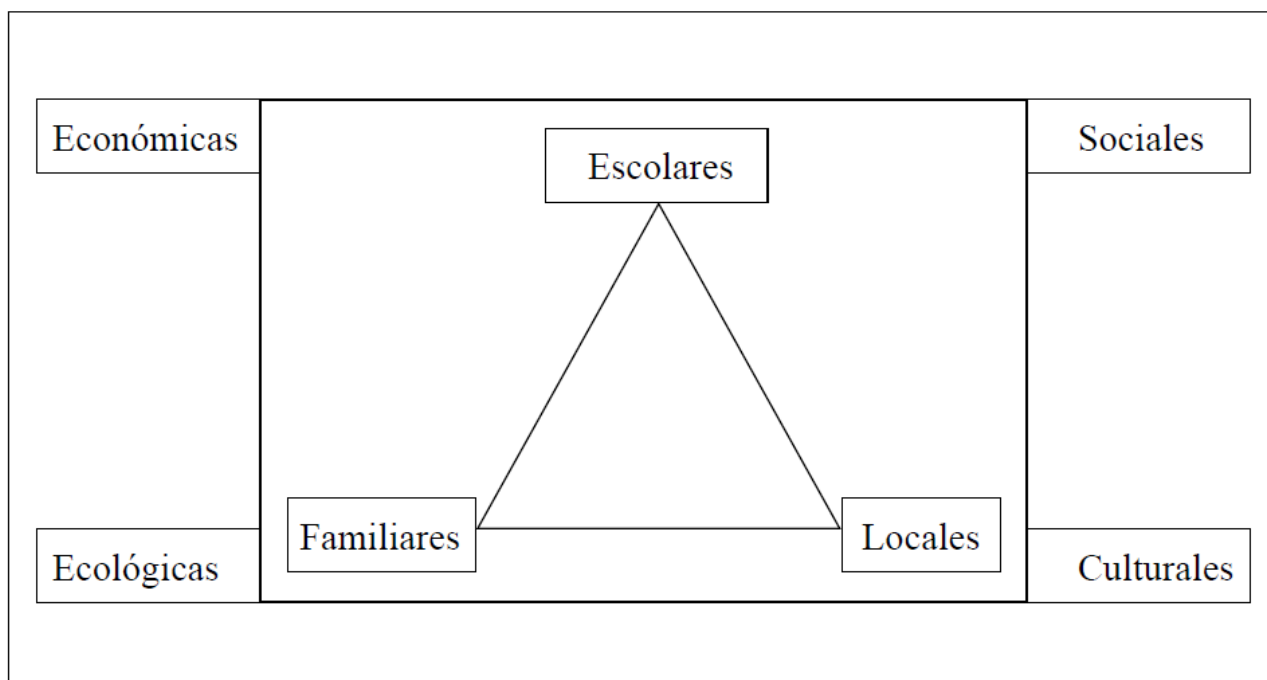
Si se desea desarrollar un pensamiento crítico es importante, a su vez, impulsar la presencia de un espíritu decisivo, partiendo de un sentimiento inicial de curiosidad que induce a averiguar el porqué de ciertas situaciones, además de agudeza mental y el deseo de adquirir nueva información íntegra y de relevancia. Por esa razón este espíritu no nace únicamente dentro de un aula, si no que trasciende de esta, en la búsqueda de información por sus propios medios, donde destaca la inquietud del alumno por obtener información confiable de calidad y a raíz de esto, sentirse confiado de sus habilidades para razonar y expresar su punto de vista (Aranguren, 2018).

Como menciona Hidalgo (2017) es de gran importancia que en el proceso de aprendizaje no se consideren únicamente las estrategias didácticas; eventualmente se debe tomar en cuenta la coherencia de estas estrategias con los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes y a su vez, con el rendimiento académico, relacionando cada uno de estos términos para que el aprendizaje sea más completo.

El aprendizaje académico se define como un proceso cognitivo constructivo, cuyo fin es establecer el propósito de aprender, esto supone una sucesión de acciones encaminadas a alcanzar o satisfacer este propósito. Por esta razón, se presume que el aprendizaje académico tiene en común con otras actividades cognitivas la particularidad de poseer una organización temporal que presenta un antes, un durante y un después de la acción (Meza, 2013).

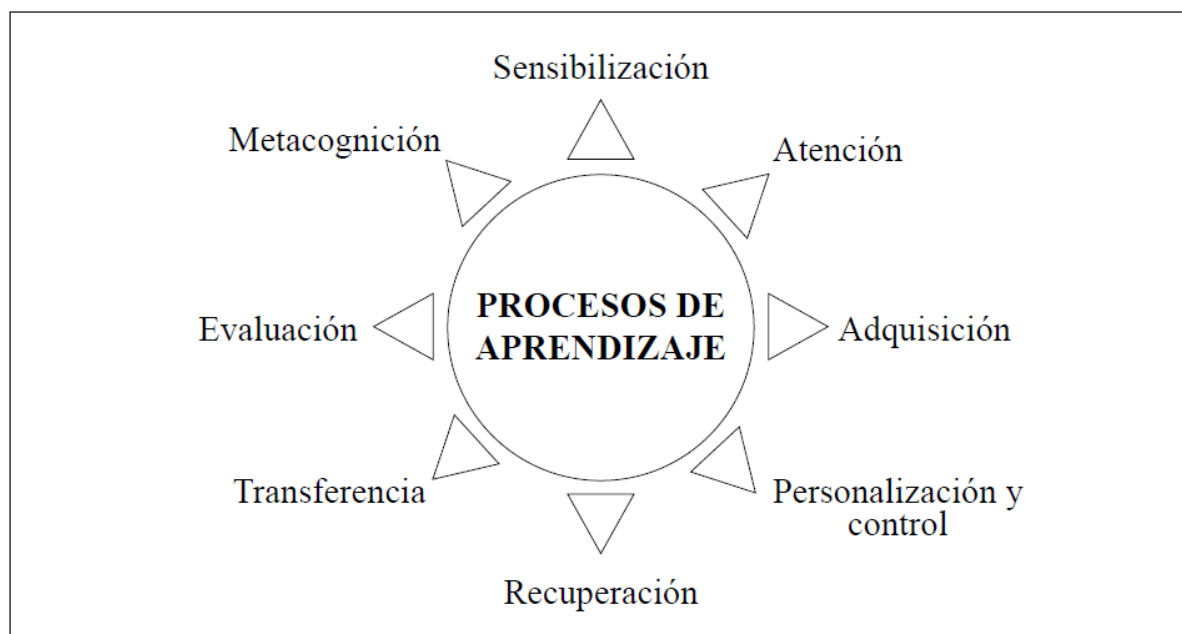
Al hablar del antes, durante y después, haciendo referencia al aprendizaje como actividad, se plantea que el *antes* serían las condiciones para que ocurra la actividad; por otro lado, el *durante* son los procesos mientras se realiza y, por último, el *después* corresponde al resultado de la actividad (Meza, 2013).

En relación con las condiciones para el aprendizaje, Meza (2013) indica que los autores hablan de la existencia de condiciones externas e internas. Las externas se refieren al ambiente próximo o distante, por lo que se les puede nombrar como condiciones proximales y distales. Las condiciones internas son de naturaleza biológica, por ejemplo, el estado nutricional y de salud, factores hereditarios entre otros; están las condiciones internas de naturaleza psicológica que pueden ser afectivas, es decir motivaciones, actitudes, estados de ansiedad, autoestima y cognitivas, como los estilos de aprendizaje y pensamiento, el nivel intelectual, capacidades atencionales, entre otras.

Figura 1. Condiciones para el aprendizaje

Nota: Meza (2013)

Dentro de los procesos presentes durante el aprendizaje se encuentran sucesos afectivos, socioculturales, cognitivos, de comportamiento y de carácter biológico. Beltrán, en el año 1998 realizó una clasificación de los procesos del aprendizaje que resulta muy útil, entre ellos, la adquisición, transferencia, recuperación y evaluación de conocimientos; entre otros que también se pueden ver en la figura 2. (Meza, 2013).

Figura2. Procesos de aprendizaje

Nota: Meza (2013)

En relación con los resultados del aprendizaje, a nivel cognitivo siempre son conocimientos, es decir, todo lo que se registra y queda guardado en la memoria de largo plazo. Los conocimientos se clasifican según su forma de almacenamiento en: declarativos y factuales. Estos dos tienen en común que el conocimiento de conceptos es su núcleo; también se encuentran los icónicos o analógicos y procedimentales relacionados con procesos motores o cognitivos. Por último, están los afectivos valorativos y metacognitivos que hacen referencia a los conocimientos o el funcionamiento de los procesos cognitivos una vez adquiridos (Meza, 2013).

Método tradicional de aprendizaje

La enseñanza a través de los métodos tradicionales como las clases magistrales o las conferencias dadas por el profesor, contribuyen en gran parte con el aprendizaje; sin embargo, es fundamental que los estudiantes de carreras relacionadas con las ciencias de la salud como Farmacia, integren sus conocimientos por medio de otras técnicas más prácticas e innovadoras de enseñanza. Por esta razón se busca darle un giro a las metodologías de enseñanza que se utilizan normalmente en las áreas básicas médicas (Gil & Vélez, 2018).

Chávez et al (2016) plantea que los métodos de aprendizaje tradicionales con enfoque mayoritariamente positivista y cientificista demuestran fenómenos y su funcionamiento por medio de teorías y leyes. El rol del estudiante en este contexto es muy escaso; cumple un papel secundario. Habitualmente al alumno se le obliga a memorizar gran cantidad de materia, alguna considerada hasta irrelevante que luego será evaluada; de ahí se deriva una calificación que va a dictaminar si aprueba el curso. Por esta razón la implementación de metodologías innovadoras es apremiante; una opción que podría tomarse en consideración es el uso responsable de dispositivos móviles para potenciar el aprendizaje.

Una de las principales desventajas de la educación tradicional es que la teoría por sí misma no expone al estudiante a circunstancias que puedan asemejarse a un caso médico. Para desarrollar esas habilidades es necesario contar con estrategias activas y prácticas, pues el aprendizaje debe ir más allá de la memorización de conocimientos, para lograr que el estudiante obtenga un aprendizaje significativo; es decir, que comprenda la información, y la integre en su estructura cognitiva relacionándola con los conocimientos previos (Hidalgo et al., 2017).

Hidalgo et al (2017) asegura que en las ciencias de la salud la educación tradicional se centra en el docente. Este método no satisface las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, además de que se vuelve una rutina con la cual se pierde el interés y hay desmotivación. Actualmente, las exigencias de los perfiles de egreso profesionales para las carreras relacionadas con la salud son mayores.

Estilos de aprendizaje

Los estilos de aprendizaje son los métodos o conjuntos de estrategias usados para aprender algo; es un proceso regulado por el individuo y este lo puede modificar según su necesidad. Conocer el estilo de aprendizaje de cada estudiante es una ventaja, pues ayuda a comprender la razón por la cual unos estudiantes consiguen entender con mayor facilidad los objetivos planteados en el programa de estudios y otros no; por esta razón se debe capacitar al profesor para que su estilo de enseñanza sea variado, porque de no ser así puede favorecer inconscientemente a los estudiantes que comparten su mismo estilo de aprendizaje (Arias et al., 2015).

Una vez que se identifica y se es consciente del estilo de aprendizaje más adecuado según la necesidad, el estudiante debe implementar técnicas y estrategias acordes con su estilo, para facilitar el desarrollo de su proceso de aprendizaje y la adquisición de conocimientos que más adelante van a ser aplicados en beneficio de la sociedad. El farmacéutico, además de ser un profesional altamente capacitado en el área de la salud, debe cumplir la función de educar a sus pacientes para mejorar su calidad de vida (Arias Mora et al., 2015).

El estilo de aprendizaje o este conjunto de características que determinan la manera en que las personas aprenden, tienen un rol muy importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues, como se mencionó anteriormente, se adecuan a cada individuo según cómo este organiza y procesa la información que obtiene. Es espontáneo, gradual, estable y dentro de este se manifiestan los componentes afectivos, cognitivos y metacognitivos que evidencien la construcción de nueva información y su interpretación, para la resolución de situaciones (Lizano Barrantes et al., 2015).

Según Teevan et al (2011) los estilos de aprendizaje son comportamientos con caracteres cognitivos, efectivos y psicosociales específicos que indican la forma en la cual los estudiantes perciben, se interrelacionan y responden al aprendizaje acorde con el ambiente. Debido a que los alumnos utilizan diferentes estilos y técnicas de aprendizaje, existen una serie de herramientas que ayudan a identificar los estilos de aprendizaje.

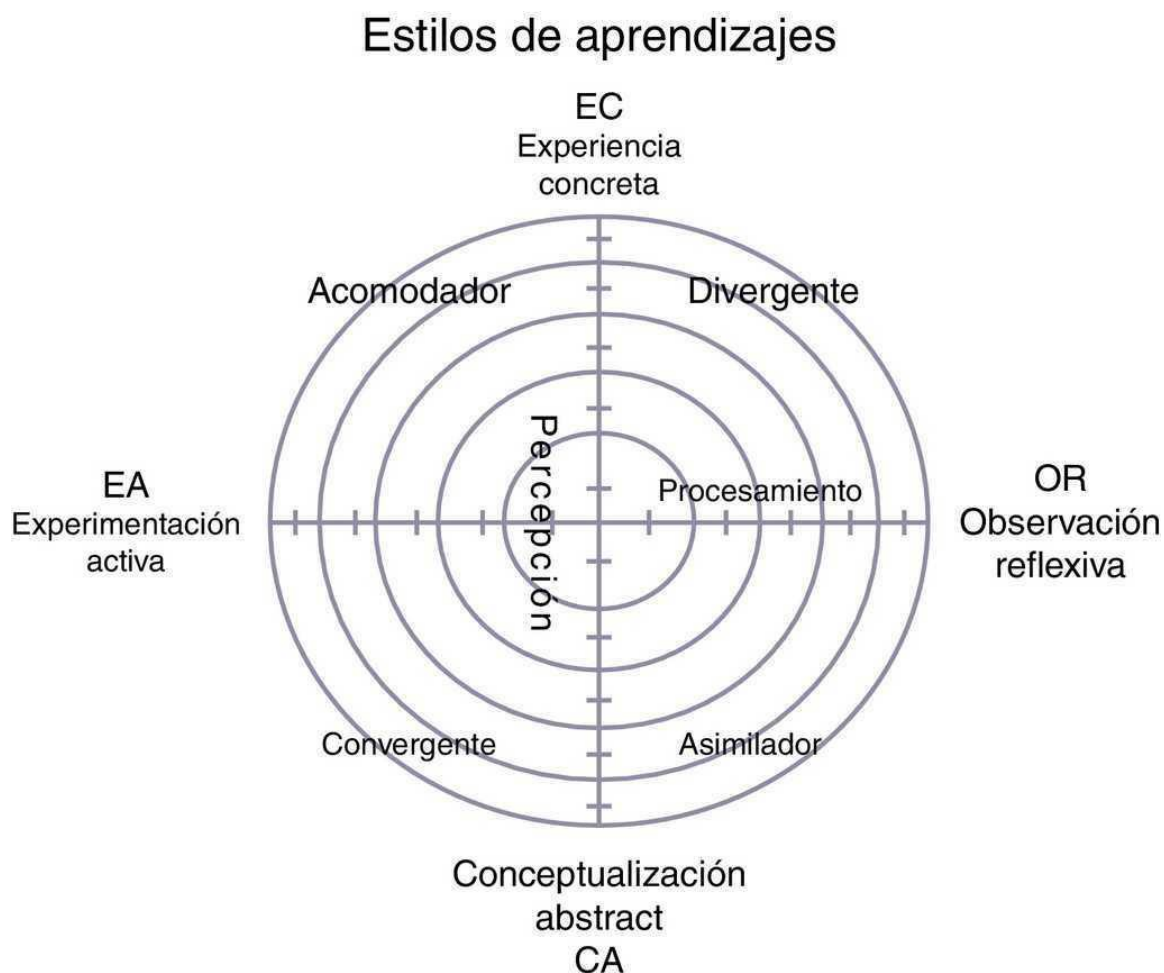
En ocasiones cuando el estudiante se frustra, se debe a una incongruencia entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los estilos de enseñanza de los profesores. Identificar con anticipación los estilos de aprendizaje de los estudiantes resulta un gran beneficio para mejorar el aprendizaje. Algunos estudiantes conocen de antemano su preferencia de aprendizaje, por lo que ellos mismos pueden usar métodos de estudio que se les adapten mejor, especialmente cuando el estilo de enseñanza aplicado por el profesor no coincide con el estilo de aprendizaje que el estudiante prefiere. Además, un beneficio para los maestros es que a

mayor comprensión de los estilos de aprendizaje de sus alumnos pueden adaptar sus estilos de enseñanza para satisfacer mejor las necesidades de estos (Teevan et al., 2011).

Para definir el estilo de aprendizaje predominante en el proceso educativo de cada estudiante, existe una gran variedad de definiciones, clasificaciones y herramientas de diagnóstico, cada una con enfoques y modelos teóricos diferentes. Entre los modelos con un gran aporte investigativo se encuentran, la Dependencia e Independencia del Campo, Cuadrantes Cerebrales, Programación Neurolingüística e Inteligencias Múltiples (Mancilla et al., 2020).

Mancilla et al (2020) señalan que el Inventario de Estilos de Aprendizaje (IEA) es una herramienta utilizada para determinar los estilos de aprendizaje. Se trata de un cuestionario que el mismo autor ha ido modificando conforme pasa el tiempo. Inicialmente se componía por nueve series de palabras que la persona debía acomodar de acuerdo con su preferencia; las palabras hacían referencia a los estilos de aprendizaje, los cuales se denominaban: Convergente, Divergente, Asimilador y Acomodador.

Figura 3. Estilos de aprendizaje



Nota: Vera, Pobrete & Díaz (2019).

En los años 1976 y 1985, el autor del IEA sumó a su instrumento 3 y 6 nuevos ítems respectivamente, por lo que ahora lo llamó Inventario de Estilos de Aprendizaje, de Kolb (KLSI - Kolb Learning Style Inventory). En el año 2013 se creó el KLSI 4.0, que incluye nuevos tipos de estilos de aprendizaje, para un total de 9; estos serían: iniciar, experimentar, imaginar, reflexionar, analizar, pensar, decidir, actuar y equilibrar (Mancilla et al, 2020).

Actualmente, los estilos de aprendizaje se clasifican en cuatro: activo, reflexivo, teórico y pragmático. El cuestionario para descubrir cuál de estos estilos es el más adecuado para cada persona; se basa en un enfoque cognitivo del aprendizaje. Para considerar un aprendizaje óptimo existen cuatro momentos o etapas clasificadas según la dimensión, percepción y procesamiento de la información; cada una de estas etapas tiene preferencias claras, lo cual va a determinar el estilo de aprendizaje conveniente (Mancilla et al, 2020).

Estilo Activo

Este estilo es más apto para personas a quienes les gustan las nuevas experiencias, de mente abierta, entusiastas, con mucha energía, que gustan trabajar en grupo, son impulsivas, actúan primero sin pensar en las consecuencias, son animadoras, arriesgadas, espontáneas, les gusta improvisar y son innovadoras, divertidas, participativas, descubridoras y buenas generando ideas. Responden a la interrogante “¿cómo?” (Mancilla et al, 2020).

Su aprendizaje se basa en la experiencia directa; por esta razón quienes tienen preferencia por este estilo siempre están anuentes a la experimentación y a los retos, pues se involucran de lleno y sin preocupaciones en nuevas situaciones. Al ser tan arriesgados, las actividades a largo plazo les resultan aburridas (Gutiérrez et al, 2020).

Estilo Reflexivo

Dentro del estilo reflexivo hay personas analíticas, que examinan detenidamente la información y las situaciones antes de llegar a una conclusión; suelen considerar todas las alternativas posibles, son receptivas, observadoras, son buenas recopilando información y elaborando de argumentos; se caracterizan además, por ser asimiladoras, lentas y prudentes. Responden a la interrogante “¿por qué?” (Mancilla et al, 2020).

Es un estilo basado en la observación desde varias perspectivas. Las personas que se definen dentro de este estilo son equilibradas, detallistas, prudentes, cuestionadoras, investigadoras. Escuchan a los demás personas y forman su propio criterio; cuando deben actuar sin planificación no lo hacen hasta que se hayan adecuado a la situación (Gutiérrez et al, 2020).

Estilo Teórico

Son personas perfeccionistas en lo que hacen, mantienen una coherencia para integrar los hechos, analizan y resumen la información, son metódicas, lógicas, observadoras, críticas, estructuradoras, buscan preguntas, hipótesis y modelos. Responden a la interrogante “¿qué?” (Mancilla et al, 2020).

Es un estilo basado en conceptos abstractos. Quienes prefieren este estilo disfrutan de crear procedimientos nuevos, adaptan e integran sus observaciones dentro de teorías lógicas y complejas. Buscan la racionalidad y la objetividad, dejando de lado las percepciones o argumentos no comprobados (Gutiérrez et al., 2020).

Estilo Pragmático

Se trata de personas que siempre ven el aspecto positivo de las ideas nuevas, son seguras y actúan con rapidez; a su vez son innovadoras, crean ideas novedosas, les gusta experimentar, son prácticas y directas. Responden a la interrogante “¿qué pasaría?” (Mancilla et al, 2020).

Se fundamenta en la experimentación activa y la búsqueda de aplicaciones prácticas. Quienes desarrollan este estilo disfrutan poniendo en práctica lo aprendido; son organizados y planifican sus acciones basándose en el presente y la solución de problemas (Gutiérrez et al., 2020).

El Cuestionario Honey – Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA), fue creado para determinar los estilos anteriormente mencionados, por medio de sus características y las preferencias de cada estudiante.

Test Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje

Una herramienta existente para descubrir el estilo de aprendizaje más adecuado es el test de Honey-Alonso. En el año 1997 Alonso, Gallego y Honey crearon el Cuestionario Honey – Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA); con este test se reconocen los estilos de aprendizaje que utilizan los universitarios al momento de estudiar (Lugo, 2014).

Lugo (2014) indica que el CHAEA es una herramienta la cual se utiliza mucho en las universidades, especialmente de habla hispana. Estudios demuestran que hay una estrecha relación entre este instrumento y variables como el género, la formación profesional y el rendimiento académico. Este cuestionario de Honey-Alonso está compuesto de 80 afirmaciones, divididas a su vez en cuatro secciones correspondientes a cada uno de los estilos de aprendizaje (activo, reflexivo, teórico y pragmático) con 20 ítems cada unidad.

Este test es una prueba donde el alumno selecciona en cada una de las afirmaciones si está de acuerdo (signo +) o en desacuerdo (signo -). Con base en sus respuestas el estudiante

obtendrá una puntuación absoluta para cada una de las secciones, que le va a indicar el grado de preferencia por los diferentes estilos de aprendizaje (Lugo, 2014).

Tabla 1. Estilos de aprendizaje según el test de Honey-Alonso

Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Experiencias nuevas Disfrutan el presente	Observadores Analíticos	Lógicos y racionales Integran las observaciones en teorías complejas y coherentes	Prácticos Realistas
Entusiastas ante lo nuevo	Precavidos	Piensan en forma secuencial	Decisiones rápidas en la resolución de problemas.
Rodeados de gente, pero él es el centro de las actividades	Arriban a conclusiones después de análisis detallado	Ajenos a los juicios subjetivos	Se impacientan con las discusiones extensas sobre una misma cuestión

Fuente: Mora et al. (2015).

El modelo Vak

Es un estilo de aprendizaje el cual involucra conocimientos y procedimientos que los estudiantes deben poner en práctica de manera consciente para fortalecer eficientemente su aprendizaje. La mente humana trabaja diferente en cada una de las personas: la información la podemos percibir por diferentes vías, llamadas canales de percepción; por medio de este modelo se puede identificar el mejor de los canales de percepción (Huapaya & Eduardo, 2019).

Existen tres canales de percepción: el visual, el auditivo y el kinestésico. El modelo VAK es una construcción teórica que permite la identificación del canal de percepción más apto. El cerebro logra retener una cantidad de información que depende directamente de la metodología de aprendizaje usada por el docente; con base en esto que se logra un mayor estímulo de alguno de los tres canales perceptivos. Es de gran importancia que el estudiante tenga claro cuál de los tres canales facilita su aprendizaje (Gutiérrez et al., 2020).

Además, Gutiérrez et al (2020) afirman que cada persona tiene una preferencia por un canal de percepción en específico, el más adecuado para recibir la información que se le comparte. Para facilitar el aprendizaje de los alumnos es necesario saber cuál es la vía donde captan la información de manera más efectiva.

Haciendo referencia al párrafo anterior, el estilo de aprendizaje por el cual la persona tiene preferencia será el estilo dominante; con base en este se va a definir el mejor método para

que el estudiante retenga eficientemente la nueva información obtenida por su cerebro. Sin embargo, a pesar de que la persona se incline más hacia un estilo, no quiere decir que este sea el único eficaz; por el contrario, pueden complementarse los tres estilos, o en función de la actividad que se esté realizando un canal puede ser mejor que otro (Gutiérrez et al., 2020).

A nivel de un aula, no es posible acoplar todos los temas vistos en el programa al estilo de aprendizaje de cada alumno por individual, sin embargo, el docente puede realizar diferentes actividades o buscar distintas opciones para desarrollar sus clases tomando en cuenta los canales de percepción para favorecer el aprendizaje de sus estudiantes. A continuación, se va a detallar cada uno de los estilos de aprendizaje contemplados en el modelo VAK.

Visual

Las personas con preferencia por este canal de percepción logran captar gran cantidad de información rápidamente al pensar en alguna imagen. A diferencia de los otros estilos, estas personas se caracterizan porque tienen una mayor capacidad para tomar la información y desglosarla por aparte, además de que son muy eficaces planeando. Sus mejores aliados son la lectura y presentaciones con bastantes imágenes. En la actualidad, con tanta tecnología a la mano, los individuos afines a este estilo se ven beneficiados por las múltiples formas de comunicar conocimientos y brindar información (Gutiérrez et al., 2020).

De acuerdo con Huapaya & Eduardo (2019) los estudiantes con percepción visual de la información, si se encuentran en una charla o en una conferencia, su prioridad va a ser prestar más atención a la lectura existente en la proyección audiovisual; únicamente anotan datos importantes para contar con información útil para leer, el hecho de escuchar a alguien hablando o escuchar un audio les resulta tedioso, de aquí la importancia de que el docente equilibre sus lecciones para que se adapten a todos los estilos.

Para memorizar la materia las personas visuales recurren a realizar iconografías, infografías, retratos, dibujos, señalizaciones, simbolizaciones, esquemas, mapas mentales y láminas. Deben crear un ambiente idóneo para el estudio, que se encuentre limpio y organizado; esto facilita su desempeño tanto en el aula como en el lugar que suelen utilizar para estudiar (Huapaya & Eduardo, 2019).

Auditivo

Son personas que aprenden mejor de forma secuencial y ordenada a través de una explicación oral y se acuerdan fácilmente de lo que escucharon. Una característica importante es que poseen el efecto multiplicador con otros individuos, es decir, pueden hablar fluidamente y traspasar determinada información a otras personas. Los alumnos auditivos, si olvidan una palabra, pierden la idea y no saben lo que sigue; este es un ejemplo muy común a la hora de

realizar exposiciones. A diferencia de las personas visuales, se les dificulta relacionar conceptos abstractos, mientras que para asignaturas como música e idiomas, la audición resulta el mejor canal (Gutiérrez et al., 2020).

Kinestésico

De acuerdo con Gutiérrez et al (2020), los individuos con estilo kinestésico aprenden por medio de sensaciones y movimientos que el cuerpo realiza. En comparación con los otros canales de percepción esta toma más tiempo para el aprendizaje, sin embargo, los conocimientos asimilados por este estilo son más duraderos, pues una vez aprendidos cuesta olvidarlos. El necesitar más tiempo para asimilar la información no es signo de un déficit de comprensión, únicamente significa que se tiene una forma de aprendizaje distinta.

Básicamente se realiza una comparación de la información con los movimientos e impresiones de nuestro organismo. Se produce al mantener el cuerpo ocupado o por medio de manipulaciones; este estilo surge de manera natural y es característico de personas que realizan algún deporte o actuación (Huapaya & Eduardo, 2019).

Aparecen de una relación entre un hábito y la habilidad, de manera real o imaginaria. Son individuos altamente eficaces actuando o confeccionando un trabajo de manera manual; necesitan ser activos durante el proceso de aprendizaje. Es un estilo que se puede distinguir desde temprana edad, pues les atrae el contacto manual con materiales. Por medio de la manipulación de materiales concretos recuerdan lo que deben hacer (Huapaya & Eduardo, 2019).

Metodologías activas de aprendizaje

Las metodologías activas son procesos en los cuales se busca que el alumno sea el principal responsable de su aprendizaje; esto se puede lograr por medio de diferentes técnicas como la discusión y el intercambio de ideas con los compañeros, la resolución de problemas, el desarrollo de proyectos, entre otros. El profesor cumple un papel de orientador debido a que el protagonismo y la autonomía del proceso de aprendizaje dependen del alumno. Las metodologías activas son una opción para hacer que las clases sean más interesantes y faciliten el aprendizaje de los estudiantes (Medeiros et al., 2019).

El papel que cumplen las metodologías activas de aprendizaje en la formación académica del estudiante es esencial, pues una gran parte de este proceso va de la mano con la actitud y responsabilidad que muestre durante estas. El estudiante es el centro de este proceso, donde dirige su propio aprendizaje respecto de la interacción con el profesor y demás estudiantes (Guede, 2015).

Según Guede (2015) las metodologías activas tiene un sinfín de ventajas, desde el aumento en la motivación, la participación e interés del estudiante, lo cual implica que el nivel de asimilación de los conocimientos adquiridos sea mayor. Otros beneficios son la obtención de competencias profesionales y transversales, ayudan a que los estudiantes relacionen con más facilidad sus conocimientos anteriores con los nuevos, además de que hay una disminución en la tasa de deserción de los estudios. Con base en lo dicho anteriormente, el uso de metodologías activas está vinculado con que los estudiantes de la carrera de Farmacia aprendan a ser más analíticos y reflexivos y puedan obtener una mayor comprensión de las asignaturas.

De acuerdo con Limberger (2013) existen diversas metodologías activas de aprendizaje que pueden ser aplicables en las distintas etapas de la carrera, entre ellas se citan:

- Simulaciones
- Discusiones en clase
- Intercambio de notas
- Dramatizaciones
- Mapas conceptuales
- Mapas mentales
- Metodologías de problematización
- Estudios de casos
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje basado en problemas
- Trabajo cooperativo
- Herramientas de Comunicación on-line
- Portafolio electrónico

Tomando en cuenta el perfil del estudiante actual, el uso de metodologías activas de aprendizaje contribuye en la construcción del conocimiento y la estimulación previa de la práctica en educación para la salud (Limberger, 2013).

Según la psicología cognitiva, las metodologías activas tienen relevancia en las redes semánticas de la memoria y la estructura asociativa. Todos los nuevos conocimientos que se van adquiriendo conectan con las redes ya existentes, la información nueva se puede utilizar o no para el reconocimiento de nuevas situaciones o para resolver problemas, esto dependerá del modo en el cual se realicen las nuevas conexiones (Burgo & Ochoa, 2018).

De acuerdo con Burgo & Ochoa (2018) las metodologías activas deben tener un contexto donde se expongan a situaciones similares a las del mundo real, con la finalidad de

suponer un reto profesional para los estudiantes. Además, como se ha mencionado anteriormente, otra característica importante de las metodologías activas es la capacidad de estas para infundir habilidades en los estudiantes, las cuales les permitan juzgar la complejidad de la situación que se debe resolver. Otro componente característico de las metodologías activas es el trabajo en grupo y el descubrimiento de nuevos conceptos.

Una característica importante de las metodologías activas es que el alumno va a cumplir un papel como agente principal y responsable de su propio aprendizaje. El docente cumple un rol de mediador, es decir, alguien que da opciones y que guía; el aprendizaje activo no se basa en algún momento específico, puede ocurrir mientras el estudiante está leyendo, escribiendo, mientras intercambia ideas con otros compañeros o colegas de trabajo, discutiendo, cuestionando, resolviendo problemas, desarrollando proyectos (Medeiros et al., 2019).

Pérez (2019) cita a Laurillard (2002) quien dice: “La enseñanza no inventa sus herramientas; sino que utiliza las inventadas por otros”, haciendo referencia a el uso de la tecnología para enfrentar los desafíos que se presentan en educación día a día y que sirven para mejorar el proceso de enseñanza.

Aprendizaje autónomo

Pérez et al. (2011) se describe al aprendizaje autónomo citando a E. Kant, quien se refería a este como “aquello que se aprende más sólidamente y que se recuerda mejor, es aquello que se aprende por sí mismo”.

La base pedagógica del aprendizaje autónomo es conocida como constructivismo, el cual define que el aprendizaje no es un proceso pasivo donde el estudiante absorbe o memoriza la información transmitida, por el contrario, es un proceso predominantemente activo, en el cual el alumno va construyendo por sí mismo nuevas ideas y conceptos basado en sus conocimientos previos. Durante este proceso la persona desarrolla una visión crítica de su pensamiento y es esta la esencia del desarrollo de sus propias ideas (Pérez et al., 2011).

A su vez, el aprendizaje autónomo o autoaprendizaje es fundamental para que el proceso de enseñanza sea exitoso, de manera que se optimice el desarrollo de competencias en la formación superior. La autonomía es un proceso continuo que está en constante recambio, pues la información se renueva constantemente. Los conocimientos aprendidos anteriormente tienden a tornarse obsoletos, surgen nuevas teorías; por esta razón el individuo debe, como menciona el autor, aprender a aprender durante el resto de su vida (Pérez et al., 2011).

Estrategias de aprendizaje

Para que el estudiante aplique de forma coherente, racional e integral sus conocimientos previos a casos reales, es necesaria la aplicación de diversas estrategias de aprendizaje activas y prácticas, pues la teoría no es suficiente para solucionar una situación clínica real. El aprendizaje no se limita a memorizar la materia, lo ideal es que el estudiante asimile la información y la relacione con lo previamente aprendido; esto vendría a ser un aprendizaje significativo, el cual se logra mediante la aplicación de estrategias didácticas activas (Hidalgo et al, 2017).

Meza (2013) afirma que al utilizar estrategias de aprendizaje el estudiante emplea su capacidad metacognitiva para identificar las dificultades y poner en marcha los procedimientos de dirección e intervención para lograr el objetivo de estudio. Es un aprendizaje autorregulado, se deben planificar, supervisar y evaluar los métodos y las acciones requeridas durante el proceso.

Aprendizaje basado en equipo (ABE)

Según Buitrago (2017) el aprendizaje basado en equipo también es conocido por sus siglas en inglés TBL (Team Based Learning). Es una estrategia de aprendizaje activo e innovador que facilita la incorporación de conocimientos conceptuales a los estudiantes a través del trabajo colaborativo. Esta metodología se utiliza en grupos grandes de estudiantes, los cuales, a su vez, se van a dividir en grupos más pequeños, para poner en práctica los conceptos aprendidos por medio de actividades que incluyen trabajo individual, trabajo en equipo y realimentación.

Fue desarrollado por Michaelsen y es una mezcla de aspectos clásicos de la docencia tradicional con el trabajo en equipos pequeños, lo cual incorpora grandes ventajas. Busca realizar un cambio del paradigma de la enseñanza donde el profesor es el centro a la enseñanza centrada en el estudiante. Un beneficio de esta metodología es que no requiere de recursos extras a los usados en las clases tradicionales (Zúñiga Arbalti et al., 2017).

Los estudiantes, por medio del ABE, exponen ante sus compañeros los pensamientos existentes en su modelo mental, posteriormente, en grupos unifican las opiniones de todos y dan rienda suelta al pensamiento crítico, comprendiendo las situaciones planteadas en los ejercicios de aplicación y dando paso a una remodelación del marco mental que permita la incorporación de conocimientos e ideas nuevas. El profesor, a su vez, tiene una función diferente a la tradicional: pasa de ser el principal agente activo a ser un consejero que facilita el aprendizaje y un vehículo para la realimentación (Buitrago, 2017).

Michaelsen denomina *macrounidad* a cada tema principal por desarrollar en el ABE. Para su desarrollo se requieren tres etapas, que incluyen varios procesos: la primera etapa consiste en que el estudiante realice una tarea asignada por el profesor con anticipación para ejecutarla fuera del aula; esta etapa se conoce con el nombre de *proceso de aseguramiento del aprendizaje*. La segunda se conoce como *garantía de la preparación* (readiness assurance); esta es una actividad realizada inicialmente en el aula. Se efectúa una prueba individual, realizada posteriormente en equipo, con la oportunidad de recibir realimentación (feedback) por parte del profesor (Buitrago, 2017).

La *aplicación de los conceptos* (application of course) es la tercera etapa: el profesor asigna diversas tareas en equipo que abarcan situaciones en las cuales se deben emplear la resolución de problemas y la toma de decisiones, por medio de conceptos aprendidos en el curso; estos trabajos deben ser presentados para recibir una realimentación. Esta fase es la más importante, pues los ejercicios son de orden superior y hacen alusión a circunstancias reales; todos los procesos que ocurren en estas fases son evaluados (Buitrago, 2017).

Aprendizaje basado en problemas (ABP).

El aprendizaje basado en problemas es una metodología que representa un cambio significativo en el desarrollo de la enseñanza; este sigue teniendo un impacto importante a nivel mundial. Durante más de 30 años se ha utilizado exitosamente y cuenta con el respaldo de muchas organizaciones como las facultades de educación médica / facultades médicas (Muller, 1984), (Walton y Matthews, 1989), la Organización de la Salud (OMS, 1993), la Formación de enfermeras (English National Board, 1994), así como universidades de educación de farmacia (Ross, Crabtree, Theilman, Ross, Cleary y Byrd) (Khumsikiew et al., 2015).

Khumsikiew et al. (2015) menciona que una definición muy citada para el ABP es la de Albanese y Mitchell quienes dicen: “PBL en su nivel más fundamental es un método de instrucción caracterizado por el uso de los problemas del paciente como contexto para que los estudiantes aprendan habilidades de resolución de problemas y adquieran conocimientos sobre las ciencias básicas y clínicas”.

A su vez, Vernon y Blake lo definen por sus componentes de diseño instruccional, sus procesos cognitivos y el rol del docente como un método de aprendizaje que enfatiza el estudio de casos clínicos, ya sean reales o hipotéticos, realizados en pequeños grupos de discusión, donde se realiza un estudio colaborativo independiente que pone a prueba el razonamiento hipotético-deductivo. El ABP permite a los alumnos integrar la teoría y la práctica, aplicando conocimientos y habilidades para desarrollar una solución viable a un problema definido (Khumsikiew et al., 2015).

Desde el año 2000 el uso del ABP ha tomado relevancia en la educación farmacéutica, pues fue en este momento cuando se empezó a aplicar en el modelo de plan de estudios del ACPE (El Consejo de Acreditación para la Educación Farmacéutica) de Estados Unidos, que indicó: “el proceso educativo debe promover el aprendizaje permanente a través de el énfasis en el aprendizaje activo y autodirigido y los planes de estudio deben incluir estrategias de enseñanza para asegurar la destreza del pensamiento crítico y la resolución de problemas” (Khumsikiew et al., 2015).

El Colegio Estadounidense de Farmacia Clínica (ACCP) también apunta a que los profesores de la carrera de Farmacia deben enfatizar más en la preparación que dan a sus estudiantes para la resolución de problemas, la formación de un pensamiento crítico, el aprendizaje autodirigido, la ética y la comunicación. El ejercicio práctico de la farmacia se ha ido expandiendo, se ha ampliado la participación del farmacéutico en las responsabilidades de atención al paciente debido a que se requieren capacidades mayores para resolver problemas, habilidades de pensamiento y toma de decisiones sólidas y habilidades efectivas de comunicación (Khumsikiew et al., 2015).

El Aprendizaje basado en problemas (ABP) es un método pedagógico grupal, que pretende optimizar la formación académica de los estudiantes con fomento del “aprender a aprender”. En las carreras relacionadas con las ciencias de la salud, como Farmacia y Medicina, se ha convertido en una técnica de aprendizaje popular, pues el alumno aprende haciendo, por lo cual crea un pensamiento crítico que lo conducirá a ser un mejor profesional (Vera, 2015).

Como su nombre lo indica, es un método basado en problemas o situaciones de la vida real, que permite al estudiante constituir su propio conocimiento y su persistencia durante toda su vida profesional. El aprendizaje basado en problemas se ha convertido en una herramienta para desarrollar múltiples capacidades de análisis y organización, que ayuda en la toma de decisiones y la planificación de tareas y problemas. La inclusión de ABP en los planes de estudio de la carrera de Farmacia es una manera eficiente de mejorar el aprendizaje de los estudiantes y prepararlos para su vida profesional (López-Oliva Muñoz et al., 2020).

En asignaturas como Fisiología y Fisiopatología el uso de situaciones reales para impartir la materia supone un mayor interés y una mayor motivación por parte de los estudiantes. Con metodologías activas como la aplicación del ABP se pretende que los estudiantes logren debatir sobre temas clínicos y cómo comprender o dar solución a una situación presente en la vida cotidiana y profesional, con lo cual logran poner en marcha su capacidad de análisis crítico (López-Oliva Muñoz et al., 2020).

Si se parte del problema de salud de un paciente que se le presenta a un estudiante, la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) los prepara con las destrezas necesarias para resolver de la forma más óptima e implementando los conocimientos de ciencias básicas y clínicas. Anteriormente el proceso enseñanza-aprendizaje se basaba únicamente en la transmisión de información del profesor hacia el alumno, por lo cual se busca un modelo alternativo enfocado en las acciones que el estudiante debe ser capaz de efectuar posterior a la clase teórica; esto hace que el estudiante este al día con la materia y se torne más activo en su formación (Vera Carrasco, 2015).

Según la literatura, el ABP se considera un método de enseñanza grupal, aplicado por primera vez en la Escuela de Medicina de la Universidad Mc Master, en Canadá, en la década de los años 60; luego se implementó también en Europa, en la Escuela de Medicina Masstircht (Holanda) en 1974 y de ahí se fue expandiendo hasta llegar a ser un método muy utilizado en educación superior, especialmente en carreras relacionadas con las ciencias de la salud que contemplan una parte práctica bastante importante, como por ejemplo Enfermería, Farmacia y Medicina (Vera Carrasco, 2015).

Dentro del proceso cognitivo del Aprendizaje Basado en Problemas, la adquisición y estructuración del conocimiento se basa en (Vera Carrasco, 2015):

- Analizar el problema en grupos de estudiantes pequeños.
- Evaluar el conocimiento previo para procesar la nueva información sin que queden vacíos.
- Reestructurar el conocimiento y construir una red semántica.
- Observar el aprendizaje dentro de un contexto.
- Estimular las curiosidades relacionadas con la presentación de un problema relevante.

De acuerdo con Vera (2015), en Farmacología el uso del ABP tiene como propósito enlazar la capacidad cognoscitiva y el desarrollo intelectual del estudiante de modo que estos sirvan como base común para a formar un criterio terapéutico que facilite la toma de decisiones durante el ejercicio profesional. Esta metodología de aprendizaje se va a determinar por la comprensión de la materia facilitada por el docente; a partir de esta se desarrollará una actitud crítica y autocrítica. En este proceso el autoaprendizaje y el estudio independiente cumplen un papel de suma importancia.

Una vez graduados los estudiantes de carreras de ciencias de la salud, empezarán a afrontar, durante su función profesional, situaciones de todo tipo, tanto a nivel clínico como administrativo, que pondrán a prueba todos sus conocimientos; por ello, deben demostrar sus

habilidades de manera segura y ser capaces de solucionar cualquier situación que se les presente en el momento preciso (Bustos-Álvarez, 2015).

De acuerdo con Bustos (2015) el ABP es un método donde se aprende haciendo, siguiendo protocolos y procedimientos, adquiriendo habilidades y reconociendo situaciones para saber cómo manejarlas, analizando y empleando el método científico. Además, permite interiorizar los resultados de las acciones aplicadas según la toma de decisiones. Esta técnica de aprendizaje prepara al estudiante para analizar antes de actuar y le permite obtener las habilidades que le van a ser de utilidad cuando se desempeñe profesionalmente, minimizando errores en su proceso de atención a las personas.

Características generales del ABP

Vera (2015) sintetiza las características, ventajas y desventajas de este método pedagógico, las cuales son:

- Comienza con el problema desencadenante que rige el aprendizaje.
- Si se usa la información de manera significativa el aprendizaje es mayor.
- Fomenta una actitud positiva hacia el aprendizaje.
- El alumno es protagonista de su aprendizaje.
- El aprendizaje se centra en el trabajo activo, los alumnos participan constantemente en la adquisición de su conocimiento.
- El aprendizaje nace de la experiencia de buscar solución a problemas de la vida real.
- El aprendizaje se centra en el alumno y no en el profesor o únicamente en los contenidos.
- Estimula el trabajo colaborativo en pequeños grupos para diferentes disciplinas.
- El profesor pasa a ser un tutor-facilitador, dejando de lado el rol tradicional de impartir clases sólo teóricas.
- Se desarrolla el pensamiento crítico, creativo, la toma de decisiones y resolución de problemas.
- Oportunidades de colaboración para construir conocimiento.
- Mayores habilidades sociales y de comunicación.

Ventajas

- Permite mantener la competencia
- Estimula el aprendizaje activo a lo largo de la vida profesional
- Aumenta la motivación para aprender
- Permite identificar y relacionar conocimientos previos
- Permite el trabajo en equipo

Desventajas

- Requiere de capacitaciones para los profesores
- Requiere más recursos informáticos y de biblioteca
- Si el tutor no cumple adecuadamente con su rol puede provocar ansiedad entre los estudiantes
- Evaluaciones más complejas que las pruebas teóricas habituales

Como se dijo anteriormente, e igual que en el aprendizaje basado en equipos, el docente cambia radicalmente su papel protagónico para cumplir un rol esencial como facilitador del aprendizaje, donde guía a sus alumnos durante el proceso de resolución del problema planteado. Otra función importante es fomentar la disposición para trabajar bajo esta modalidad sin que se sienta como una obligación; la realimentación y constante reflexión sobre habilidades, actitudes y valores instan a los participantes a seguir adelante (Vera, 2015).

Asimismo, el estudiante también debe modificar su forma de operar, transformándose y optando por una actitud más activa, dispuesto a trabajar en colaboración y asumir la responsabilidad de su proceso de aprendizaje, donde debe estar autoevaluándose constantemente. En otras palabras, el estudiante pasa a ser el eje de la educación universitaria y el profesor un mediador de este proceso (Vera, 2015).

Dentro de las cualidades que deben tener los alumnos se pueden mencionar:

- Ser activos.
- Trabajar en equipo.
- Comprender claramente el trabajo a realizar y el tiempo necesario para su ejecución.
- Dedicar tiempo a la tarea asignada.
- Tener claro su propio estilo de aprendizaje para utilizarlo efectivamente.
- Ser conscientes de la necesidad de crear una estructura de conocimiento.
- Incorporarse al grupo con una buena actitud, participativa, con ganas de ayudar en la resolución del problema.
- Participar en discusiones eficaces sin desviarse del tema.
- Identificar los mecanismos principales que puedan explicar cada aspecto importante del problema.
- Aportar toda información que disponga sobre el tema en discusión que facilite la comprensión de los conceptos implicados en la atención al problema.
- Estar dispuesto a aprender de los demás, y a su vez compartir su conocimiento y sus habilidades.

- Contribuir a identificar las prioridades de aprendizaje.
- Buscar la información que consideran necesaria para entender y resolver el problema.
- Responsabilizarse de su proceso de aprendizaje.
- Buscar diversos medios para encontrar información.
- Compartir la información obtenida, estimular la comunicación y participación de todos los miembros del grupo.
- Realizar retroalimentación grupal.

El ABP inicialmente no se refiere a la resolución de problemas, pues al incursionar por primera vez en esta metodología, no se debe esperar que los estudiantes tengan la capacidad de resolver problemas. Se les presentan situaciones dirigidas a ganar conocimientos, no necesariamente a que sean los problemas sean resueltos. Ha creado una confusión el asumir que el término “problema” forzosamente es algo por solucionar; existen otras palabras para referirse al ABP, como por ejemplo, situaciones problemáticas, escenarios, circunstancias y casos (Vera, 2015).

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se encuadra dentro de las metodologías activas de aprendizaje, cuya principal característica es plantear un problema vehicular a los estudiantes, para generar una serie de conocimientos y capacidades directamente relacionados con el área técnica objeto del aprendizaje. El problema vehicular se define como un problema estructurante, que puede dividirse en diversos subproblemas con una secuencia y relacionados entre sí, de manera que su resolución consigue los resultados de aprendizaje deseados (Guede, 2015).

Esta técnica expone al estudiante a casos clínicos similares a los que va a vivir tanto en sus prácticas clínicas como en su futuro trabajo. Este acercamiento a la realidad aleja al estudiante del aprendizaje teórico, además, le brinda la posibilidad de desarrollar habilidades y capacidades mediante la observación y análisis de actitudes y valores. Este método estimula la curiosidad del estudiante por indagar sobre casos que no necesariamente son el asignado, lo cual propicia un espíritu investigador (Molina et al, 2014).

De acuerdo con Molina et al (2014) el docente debe ser un pilar que conduzca el proceso grupal y participe de manera activa en él. Para supervisar el progreso de sus estudiantes el profesor realiza preguntas acompañadas de una reflexión crítica acerca de la información conseguida, lo cual favorece que se mantenga el interés por la asignación. Concretamente, las características que debe tener el tutor se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Dominar la materia y conoce los objetivos de aprendizaje.
- Conocer los pasos necesarios para promover el ABP y contribuir en el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que se estimulan con esta metodología.
- Manejar diferentes estrategias y técnicas innovadoras de trabajo grupal.
- Realizar de forma correcta la evaluación grupal e individual.
- Tener capacidad para la integración de conclusiones del trabajo de los estudiantes, así como la aportación de distintos puntos de vista para estimular la reflexión grupal y personal.
- Elaborar preguntas que supongan de buena manera un reto para los estudiantes, motivándoles a la búsqueda de información y a la organización grupal.
- Promover el pensamiento crítico en la resolución de problemas.
- Identificar los objetivos que han de alcanzarse con cada caso.
- Evitar impartir las lecciones de forma magistral, a no ser que se identifique una oportunidad excepcional.
- Certificar que los conocimientos adquiridos por el estudiante son los adecuados.

De acuerdo con Molina et al (2014) esta metodología, además de poner a prueba el conocimiento y las capacidades para trabajar en grupo del estudiante, evalúa algunos parámetros de análisis del aprendizaje que no se podían valorar con el método docente tradicional. Algunos de estos parámetros son:

- La responsabilidad de cada individuo con su grupo y su aporte de información.
- Competencias comunicativas, capacidad de escuchar y comparar con las opiniones de sus compañeros de grupo.
- Identificación del conocimiento e información aprendidos previamente y su relación con los objetivos de la materia actual.
- Valoración de la información recopilada, relación, elaboración y aplicación de esta a cada caso.
- Autoevaluación por parte del estudiante.
- Capacidad de cada alumno de realizar una evaluación del desarrollo grupal.

El Aprendizaje Basado en Problemas ha demostrado tener múltiples efectos positivos en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Varios estudios realizados anteriormente demuestran la relación del ABP con el rendimiento de aprendizaje óptimo, especialmente en la mejora a la hora de retener conocimientos, integrar el conocimiento científico básico a la

solución de problemas clínicos, la obtención de habilidades de aprendizaje autodirigido y el aumento del en la materia (Khumsikiew et al., 2015).

Aranguren (2018) señala que el aprendizaje basado en problemas (ABP) implica una transformación en el proceso de enseñanza-aprendizaje que se caracterizaba por enseñar, aprender y aplicar, ahí se manifiesta el cambio de rol de los estudiantes en el proceso de enseñanza; asegura que se pasa de alumnos como "recipientes vacíos que deben ser llenados con el conocimiento" a "contribuyentes activos de su propio aprendizaje".

Con los métodos convencionales de aprendizaje la motivación y el compromiso del estudiante disminuye, pues su participación se ve limitada a escuchar, registrar y memorizar de forma pasiva la información que le brinda el profesor por medio de una exposición oral. Por esta razón, el cambio de papel del estudiante en el ABP, favorece estos procesos motivacionales e incrementa su compromiso académico. De igual forma, el trabajo colaborativo que debe realizar durante el ABP ayuda a reforzar su compromiso y participación (Aranguren, 2018).

Aprendizaje práctico de carreras dentro del área de Ciencias de la Salud

El proceso formativo de los estudiantes de carreras pertenecientes a las ciencias de la salud, en su mayoría se desarrolla en un ambiente clínico, ya sea por medio de una experiencia real o simulada. Uno de los desafíos actuales es lograr estudiantes independientes, autónomos, capaces de desarrollar las competencias profesionales; esto, mediante la promoción de capacidades reflexivas, analíticas, críticas y evaluativas frente a determinadas actividades. La parte académica debe buscar la relación enseñanza-aprendizaje para que cuando el estudiante finalice su carrera pueda cumplir con las expectativas de la sociedad y ser un profesional íntegro y comprometido, pues bajo su responsabilidad se encuentra la vida de las muchas personas (Álvarez et al., 2020).

Cursos clínicos

Fisiología y Fisiopatología son parte de los cursos clínicos de la malla curricular de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, actualmente estos cursos no tienen dentro de su programa un laboratorio práctico aplicado. En este trabajo se busca proponer la inclusión de metodologías activas en estas materias, con el fin de que los conceptos impartidos en ellas sean mejor comprendidos por los estudiantes.

Fisiología

La fisiología es una ciencia básica que estudia el cuerpo humano, los sistemas y los diversos órganos que lo conforman, para lograr una comprensión completa del mecanismo de funcionamiento de los organismos vivos. Su estudio es considerado un dominio de enseñanza

muy complejo, en el cual, a nivel estudiantil, hay un porcentaje importante de fracaso, por lo que requiere un esfuerzo mayor tanto del docente como del estudiante, donde se exige compromiso, responsabilidad y aptitud hacia el proceso de aprendizaje (Delgado, 2017).

Con el estudio de la fisiología humana se comprenden las bases de la vida y el significado del organismo como un todo, mediante la comprensión de mecanismos que regulan los procesos funcionales de este. Esta disciplina integra conceptos y conocimientos de otras asignaturas básicas en la formación de un estudiante de la carrera de Farmacia, como Anatomía, Bioquímica y Biología, además de ser la base fundamental del curso de Fisiopatología (López-Oliva Muñoz et al., 2019).

De acuerdo con Daut (2011), muchas disciplinas complementan los avances en la fisiología, entre ellas la física, la biología, la anatomía, entre muchas otras. En la actualidad, por medio los conocimientos fisiológicos se pueden explicar desde actividades cotidianas como el uso de los sentidos, hasta fenómenos más complicados y pequeños, por ejemplo, cuánto dura la liberación de neurotransmisores en la hendidura sináptica. De aquí la importancia del aprendizaje de la fisiología en el análisis y discusión de las bases para fundamentar diversos hechos, aplicando la creatividad e inventiva de los estudiantes.

Según Daut (2011) el aprendizaje de la fisiología insta a que el alumno relacione los componentes del cuerpo humano y sus estructuras con situaciones del diario vivir como despertar, caminar, dormir, comer, de manera que puedan comprender y explicar racionalmente la cotidianidad. La enseñanza de esta asignatura tradicionalmente se caracteriza por el rol del maestro de impartir clases expositivas y los alumnos ser sus receptores. Se obtiene un aprendizaje memorista, individualista y en ciertas ocasiones competitivo, donde los alumnos, en su mayoría, estudian únicamente para aprobar la materia.

La fisiología va más allá del estudio de las funciones de los órganos, incluye procesos que integran, controlan y adaptan los sistemas del cuerpo humano. Cuando se habla de “fisiología de la integración”; es una corriente que hace referencia al análisis sistemático de los procesos fisiológicos. Por medio de este contexto se pueden crear predicciones, realizar deducciones o supuestos de forma inductiva o deductiva, analizadas a través del pensamiento crítico (Gómez, 2010).

Historia de la Fisiología

Fue desde hace más de 3000 años que al ser humano le surgió la inquietud y empezó a interesarse por conocerse a sí mismo; a partir de ahí se comienzan a desarrollar una serie de sucesos en busca de comprender el funcionamiento del cuerpo humano y su reacción ante algún

daño. La fisiología humana cumple un papel transcendental en la comprensión de esta interrogante (García, González & Parada, 2016).

Galeno (c. 126-199 d.C.), un importante médico griego, es considerado el promotor de la fisiología experimental, destacado por sus trabajos sobre la circulación de la sangre. Dicho médico creía que la comida se convertía en quilo y una vez en el hígado, se convertía en sangre venosa. Se puede afirmar que la anatomía avanzó con más rapidez que la fisiología; fue hasta que se liberó de las ataduras galénicas que pudo hablarse de fisiología humana (Guevara & Guzmán, 2014).

Existen tres obras de gran importancia para el avance de la Fisiología: en 1544 aparece *Universa Medica*, de Jean Fernel (1497-1558), donde, además de la estructura del cuerpo humano destacan sus funciones; *Physiologia Medica*, de Theodor Zwinger (1533-1588), que fue publicada en 1610 y por último, en 1662 aparece *De Homine*, de René Descartes (1596-1650) (Guevara & Guzmán, 2014).

Durante los siglos XVI y XVII, los físicos, químicos y matemáticos empezaron a darle más importancia a la fisiología, por lo que aumentó la cantidad de fisiólogos. De los primeros avances en fisiología están los relacionados con el sistema circulatorio. William Harvey describió el funcionamiento del sistema circulatorio en el libro *Exercitatio anatómica motu cordis et sanguinis in animalibus*, uno de los libros más representativos de la medicina; su autor es considerado el verdadero padre de la fisiología (Guevara & Guzmán, 2014).

Claude Bernard, en el siglo XIX, es el principal creador de la fisiología general y su noción de medio interno; su versión fue retomada y definida por el fisiólogo estadounidense Walter Cannon por lo que hoy se conoce como homeostasis. Claude Bernard señaló la importancia de la fisiología; expuso que “Las enfermedades no son, en el fondo, más que fenómenos fisiológicos en condiciones nuevas que se tratan de determinar”. A su vez, señaló la relevancia de estudiar experimentalmente cómo se producían las enfermedades. Fue desde ese entonces que las universidades comenzaron a enseñar la fisiología como una disciplina independiente de la anatomía (Guevara & Guzmán, 2014).

En la historia de la fisiología humana se pueden citar desde investigaciones muy sencillas hasta las más complejas, por ejemplo, un experimento sencillo fue el realizado por Claude Bernard que demostró la presencia de válvulas venosas y circulación sanguínea utilizando un torniquete en el antebrazo. Dentro de los experimentos más complejos se puede mencionar la investigación de la actividad eléctrica del corazón realizada por Einthoven, la cual necesitó de una extensa planificación y el uso de instrumentos complejos que ocupaban toda una habitación (Daut, 2011).

En la década de 1950 y hasta 1980 la enseñanza de la fisiología se basaba en un modelo consistente en una serie de prácticas básicas donde el estudiante repetía la práctica hasta reproducir el resultado del experimento, sin adoptar una actitud reflexiva y participativa. En 1990 se empezaron a implementar los proyectos libres en equipos de laboratorio, que consistían en modelos experimentales utilizando animales o experimentando entre estudiantes, con el objetivo de desarrollar habilidades y buscar la solución de problemas. En el siglo XXI se pretende modificar el modelo tradicional de enseñanza de la fisiología haciéndola más participativa (Guevara, 2014).

Fisiopatología

El curso de Fisiopatología, de igual forma, integra conocimientos previos de materias como, anatomía, fisiología, biología y química, con el objetivo de que los estudiantes comprendan los procesos y el curso de las enfermedades, su abordaje en cuanto el manejo de los síntomas y su tratamiento, además de los tipos de prevención (Van Horn et al., 2014). Esta asignatura combina los conocimientos clínicos y teóricos, necesarios para que los estudiantes conviertan la teoría a la práctica y sean capaces de solucionar problemas clínicos, tomando las mejores decisiones con el soporte del docente (Guo et al., 2020).

La Fisiopatología como asignatura biomédica, explica los mecanismos iniciales, como se va desarrollando y el tratamiento de las patologías presentes en humanos y animales. Por ello, la teoría es fundamental en este tipo de materias, sin embargo, los estudiantes por este medio comprenden los principios científicos y contextualizan los panoramas clínicos pero no son capaces de resolver de una forma eficaz los problemas clínicos que se le pueden presentar en su día a día como farmacéuticos (López-Oliva Muñoz et al., 2020).

Casos clínicos

La resolución de casos clínicos es una alternativa docente cuya finalidad es despertar el interés e incitar una mayor participación activa de los alumnos. Se basa en que el estudiante desarrolle un análisis intensivo y completo de una problemática real para llegar a una solución por medio del razonamiento. Este tipo de recurso didáctico le permite aumentar sus conocimientos, mejorar sus calificaciones y aproxima al estudiante a una realidad y a un método de aprendizaje más autónomo lo cual, a su vez, mejora su desarrollo profesional (Rodríguez et al., 2011).

Esta técnica de aprendizaje nace a finales del siglo XIX en la Facultad de Derecho de Harvard para preparar a los alumnos y las alumnas, haciéndoles estudiar y analizar casos ya tratados por los tribunales. A los grupos de tres a seis estudiantes se les plantea un caso real con

todos los datos e informaciones conocidas (hechos, circunstancias concurrentes, y más); se les facilita una guía de estudio del caso e incluso se les pueden recomendar lecturas complementarias. Los estudiantes deben presentar por escrito su análisis y, a solicitud del profesor, exponer oralmente el trabajo. La discusión será inevitable.

En los casos clínicos se pretende que el alumno desarrolle competencias generales para el aprendizaje que le ayuden a relacionarse a nivel profesional. De acuerdo con Rodríguez et al (2011), al incorporar casos clínicos se plantea un nuevo recurso didáctico, que va a complementar la enseñanza presencial para alcanzar los siguientes objetivos:

- Mayor participación activa de los alumnos en el desarrollo de la materia.
- Elevación de las calificaciones.
- Búsqueda del aprendizaje autónomo.

Para maximizar la aplicación de conocimientos de los estudiantes de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, se creará un manual que explique paso por paso el uso del software PhysioEx 10.0. Para complementar esta herramienta y reforzar la enseñanza dentro de este manual, se anexará una parte de casos clínicos para que los estudiantes resuelvan y empleen el pensamiento crítico.

Formación académica e innovación docente

Los docentes deben tener total comprensión de la materia que imparten, así como las habilidades y la experiencia necesaria para transmitir sus conocimientos; esto es fundamental para que la formación académica de los estudiantes sea de calidad. Para poner en práctica la metodología por aplicar, el docente debe comprender y profundizar en el tema e implementar diferentes herramientas educativas innovadoras y que aporten un valor añadido, para contribuir con el mejoramiento y refuerzo del aprendizaje adquirido y la trasmisión de sus conocimientos a los estudiantes (Ortiz, 2019).

Según López y sus compañeros, las directrices de la Unión Europea (UE) promueven el desarrollo de métodos innovadores de enseñanza para mejorar la interacción entre el alumno y su profesor; esto permitirá al estudiante apropiarse y profundizar en su aprendizaje, en entornos más activos y plasmar sus conocimientos y habilidades en la resolución de diversos problemas, de forma crítica y reflexiva. Con estos esfuerzos conjuntos se pretende optimizar el aprendizaje y lograr que el estudiante adquiera las habilidades de mayor competencia en su vida profesional (López-Oliva Muñoz et al., 2020).

De acuerdo con Molina et al (2014), la tecnología cumple un papel importante en el acceso a la información, fundamental para el aprendizaje del estudiante. El internet en esta

época es indispensable a la hora de estudiar y realizar trabajos. Además, no solo permite la permanente actualización de conocimientos, sino también hacerlo en un menor tiempo.

Los docentes deben reflexionar sobre el rol que cumplen en el proceso de enseñanza, entendiendo que la educación no es únicamente la reproducción de saberes, sino, un recurso que permita a los estudiantes aumentar sus conocimientos, potenciando el trabajo en grupo, las distintas capacidades-habilidades y tomando en cuenta el papel de la implementación de la tecnología al obtener información (Fonseca, 2021).

Es importante que los profesores promuevan el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC), conocidas como un sistema dinámico de diversos recursos tecnológicos como equipos de cómputo, redes de informática, paquetes de software, metodologías activas, medios audiovisuales, entre otras herramientas, las cuales permiten al estudiante obtener abundante información que pueden compartir en diferentes espacios virtuales como páginas web o foros. Se trata de instrumentos didácticos que, sabiéndolos utilizar, optimizarán el nivel de aprendizaje de los estudiantes (Fonseca, 2021).

De acuerdo con Limberger (2013), una gran parte de la población tiene acceso a la información digital. Es necesario darle un giro a la vida cotidiana del aula, por lo que es preciso reflexionar conforme las metodologías de enseñanza aplicadas, con el fin de agregar mayor aporte al conocimiento. El uso de dispositivos motiva a estudiar de una manera diferente, por medio de una herramienta usada a diario, la mayor parte tiempo, y con la cual los estudiantes están familiarizados (Limberger, 2013).

Rendimiento académico

Álvarez-Cruces et al (2020) afirman que el rendimiento académico se concibe como el éxito académico que tenga el estudiante; este, a su vez, estará muy ligado a los modelos, programas o situaciones de enseñanza a los cuales se ve expuesto, por lo que una solución es emplear estrategias de autorregulación del aprendizaje, así como capacitaciones a los profesores para que busquen las mejores opciones de mejora del rendimiento académico de sus alumnos.

García (2019) menciona en su estudio varias definiciones de rendimiento académico, entre estas, la de Ruiz de Miguel, la cual precisa el rendimiento escolar como un fenómeno válido, el parámetro con el cual se mide la calidad y la cantidad del aprendizaje, que abarca toda la situación, desde el docente, su alumno y el contexto. Jiménez, en su definición, afirma que el rendimiento académico “es un nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico”; por último, Pérez y Gardey declaran que el rendimiento académico “hace referencia a la evaluación del conocimiento adquirido en el ámbito escolar, terciario o universitario. Un estudiante con buen rendimiento académico es

aquél que obtiene calificaciones positivas en los exámenes que debe rendir a lo largo de una cursada”.

El rendimiento académico es un conjunto de conceptos relacionados definido como los resultados de aprendizaje, asociados con el estilo y las estrategias de aprendizaje; es el tipo de evaluación aplicada para valorar la comprensión de ciertos conocimientos, donde a su vez influye el ambiente y el estado de ánimo del estudiante, así como su manera de estudiar.

En concordancia con Morales & Macas (2017), antes de los años sesenta la razón de un bajo rendimiento se ligaba exclusivamente al alumno; un mal rendimiento se explicaba muy llanamente sin darle mucho rodeo con que el alumno era vago o no tenía la capacidad suficiente. Actualmente el panorama es diferente y se ha expuesto la influencia de factores ajenos al alumno como tal, ya sea la familia, el medio social, el centro educativo, entre otros elementos; ello evidencia que el rendimiento académico tiene un carácter integral.

Medicina Basada en Evidencia (MBE)

La Medicina Basada en Evidencia (MBE) hace referencia a un prototipo educativo que utiliza los problemas o evidencias científicas de investigaciones previas para tomar decisiones de situaciones clínicas. Esta metodología fue creada como una opción conjunta a la medicina tradicional basada en comprender los principales mecanismos de las enfermedades y en la experiencia clínica que transmite el docente; en cursos de tipo clínico el uso de esta técnica junto con el ABP es lo más efectivo para que el estudiante aprenda haciendo (Vera, 2015).

Simulación clínica

Cuando se realiza una acción se tiende a pensar en cómo se va a realizar, pues para obtener el resultado deseado se debe planificar de forma adecuada, sin repetir u obviar ningún paso. Como manifiestan Hernández Narváez & Ramos (2016) la mayoría de las personas preparan cada actividad mentalmente antes de realizarla, ya sea una actividad tan cotidiana como escoger la ropa que se va a usar, hasta algo tan complejo como la construcción de un edificio. Por esta razón, en realidad la simulación siempre ha estado explícita en nuestra vida, no de modo digital, sí no de forma imperceptible.

En los últimos años, los avances en las tecnologías de información y comunicación se han dado en gran manera. Son muchos los sectores beneficiados por ello; entre los principales están el de la salud, la seguridad y el sector educación, áreas que van de la mano con los adelantos relacionados a tecnologías con nuevas alternativas de mejora para las necesidades del ser humano. La educación y la salud son áreas diferentes con un objetivo en común: aportar a

los seres vivos un buen servicio en conjunto con las tecnologías recientes (Hernández Narváez & Ramos, 2016).

Los avances tecnológicos y las nuevas técnicas de atención al paciente, aumentan la necesidad de aplicar nuevos métodos académicos, por ello, la simulación clínica se encarga de presentar y llevar a cabo el aprendizaje basado en problemas y la resolución de casos clínicos a la enseñanza de asignaturas de ciencias de la salud, pues el estudiante debe enfrentarse a situaciones lo más parecidas a la realidad habitual (Bustos, 2015).

El término *simulación* significa representar una situación, imitando alguna característica o comportamiento. Al hablar de simulación clínica se hace referencia a un contexto donde el estudiante se somete a la imitación de algún aspecto clínico real. Las simulaciones se utilizan como técnicas educativas efectuadas con la ayuda de simuladores que benefician el aprendizaje de los estudiantes de carreras relacionadas a las ciencias de la salud. Existen diferentes tipos de simuladores desde los que replican solo una parte del organismo, hasta los simuladores virtuales de alta tecnología, que permiten la interacción con los estudiantes (Moya et al., 2017).

De acuerdo con Moya et al (2017), existe un término llamado *ambiente virtual de aprendizaje*, un medio de aprendizaje operado por tecnología. Estos ambientes ofrecen la oportunidad de hacer más dinámicos escenarios de enseñanza que utilizan internet como apoyo, por medio de sus recursos como comunidades virtuales, portales de aprendizaje y herramientas Web. En el área de la salud existen importantes programas académicos de fisiología y fisiopatología como lo son PhysioEx y Visible Body, como herramientas virtuales con las cuales los estudiantes consiguen construir el conocimiento a través de estos nuevos instrumentos.

Existen diversas categorías de simuladores; los de baja tecnología y uso específico permiten el desarrollo de habilidades psicomotoras básicas, pues replican una parte del organismo y el ambiente requerido para la representación. Los simuladores virtuales en pantalla permiten la interacción con los estudiantes, por medio de la simulación de distintas situaciones donde se evalúan los conocimientos y la toma de decisiones. Por otro lado, los simuladores de tareas complejas permiten desarrollar habilidades manuales, pues representan de manera tridimensional un espacio anatómico. Los simuladores de paciente completo son maniqués de tamaño real que se manejan computacionalmente y permiten desarrollar capacidades para situaciones clínicas complejas (Moya et al., 2017).

La simulación busca reproducir, de la mejor manera los posibles, escenarios a los cuales los estudiantes se puedan enfrentar en un futuro, para que estén preparados cuando el escenario se vuelva su realidad diaria. El aprendizaje médico obtenido mediante la simulación ha

demostrado su eficacia en la transferencia de conocimientos y habilidades de los profesionales de la salud de una manera segura (Moya R et al., 2017).

Según Bustos (2015), algunos de los primeros simuladores creados para alcanzar la experiencia real en los escenarios fueron simuladores de ritmos electrocardiográficos, simuladores para sonidos cardíacos y respiratorios, utilizados en la enseñanza de soporte vital básico y avanzado. Estos permitían al estudiante mejorar sus técnicas mediante la prueba y error y modificar las faltas para no provocar lesiones a la hora de tener un paciente real.

Bustos (2015) afirma que, para poder apreciar una experiencia real en estos escenarios, se han creado simuladores que verdaderamente imiten las condiciones de las experiencias por realizar; algunos de los simuladores creados son de soporte vital básico y avanzado, de ritmos electrocardiográficos, simuladores para sonidos cardíacos y respiratorios, entre otros. Los escenarios de simulación permiten al estudiante perfeccionar sus técnicas y corregir cualquier error mediante el ensayo y error, para que más adelante no provoque lesiones a un paciente real.

Los pioneros en la aplicación de estas metodologías fueron las escuelas de enfermería, pues se trata de una carrera muy práctica. En la actualidad, son muchas las escuelas que utilizan la simulación clínica como parte de su método de enseñanza, por ejemplo, las escuelas de Medicina, Enfermería, Psicología, Farmacia y Nutrición, entre otras (Bustos, 2015).

Además, múltiples estudios realizados internacionalmente demuestran que el rol cumplido por la simulación clínica en la formación de los estudiantes de ciencias de la salud, es fundamental para un buen desempeño una vez iniciada su vida laboral, pues sirve como herramienta para mejorar la comunicación y mantener un control del proceso de aprendizaje que implique más seguridad para el paciente a la hora de ser atendido (Brenes & Fernández, 2021).

Según Bustos (2015) al comparar el ABP con la simulación, se pueden encontrar características similares. La simulación clínica elude en su mayoría la enseñanza teórica en las aulas, lo que hace es llevar al estudiante a su ambiente de trabajo, o por lo menos, a una sala de simulación especializada con todos los instrumentos e insumos que se utilizarán en una eventual práctica profesional.

Giro et al (2017) cita el estudio de Edgar Dale sobre la retención de contenidos después de 2 semanas. Estableció que existen aprendizajes pasivos y activos, en relación con cuánto se involucra el sujeto en el proceso de aprendizaje y propuso una representación del aprendizaje llamada *cono de Dale*. Esta confirma que solo un 10% de lo que se lee se retiene, mientras lo que se realiza de forma práctica tiene un porcentaje de retención de 90% de lo practicado con

actividad real; por ello, la simulación posee un alto porcentaje de retención de conocimientos transmitidos.

Figura 4. Cono de Dale



Nota: Ferreras (2015).

En la simulación clínica, los parámetros del paciente se pueden variar para que se asemejen a escenarios reales, pues una vez en la práctica profesional nada sucede exactamente como lo indican los libros; todo esto se realiza en aras de evaluar la respuesta del estudiante. Una patología nunca se va a comportar de la misma forma, pues hay muchas variantes que pueden afectar la evolución de un paciente; como dice Bustos (2015) “no tratamos enfermedades sino personas enfermas, con emociones, condiciones patológicas y no patológicas individuales, efecto de su ambiente social o laboral y familiar”.

Según Brenes & Fernández (2021), existen varios tipos de simulación, de acuerdo con Moore, Leighton, Alvarado y Bralic; entre ellos se pueden encontrar:

- Simulación in situ: Involucra preparación en un sitio real donde se da comúnmente el cuidado del paciente.
- Simulación asistida por computador.

- Realidad virtual: Realidad de pacientes virtuales con un escenario clínico generada por una computadora en 3D; se puede interactuar con elementos del mundo real. Por ejemplo, existe un software tridimensional llamado *La segunda vida*, que a través de un avatar (persona digital creada) explora e interactúa con otros usuarios avatares, para explicar una realidad virtual. También está el Bio-SimMER, una plataforma de realidad virtual para entrenar el personal de emergencia.
- Simulación de procedimiento o desarrollo de habilidades.

Hernández Narváez & Ramos (2016) en su estudio citan a Riley (2000), quien se refiere al aprendizaje con simuladores como una eminente manera de adquirir conocimiento, pues logra que los estudiantes desarrollen habilidades tanto operacionales como manuales. Actualmente, en las carreras relacionadas con ciencias de la salud se usa este tipo de técnicas, por ejemplo, se utilizan software para procedimientos anestésicos o fisiológicos, maniqués que se pueden intubar, inyectar y a los que se les puede ajustar y valorar parámetros vitales y el uso de realidad virtual para la enseñanza quirúrgica.

Al implementar el uso de simuladores no solo se busca la seguridad del paciente, sino que posee otros beneficios a nivel ético, económico, y sanitario, pues para realizar experimentos médicos es muy común el empleo de animales, lo cual ha disminuido con el uso de los simuladores; a su vez, esto suponía altos costos de equipo y entrenamiento del personal (Hernández Narváez & Ramos Cuello, 2016).

Historia de la simulación

Casal (2016) cita algunos de los acontecimientos antiguos que han marcado la historia de la simulación. Manifiesta que la simulación es tan antigua como el mismo hombre, por ejemplo, algunos pasajes bíblicos relatan momentos como el de Ammón, el hijo de David, quien se enamoró de su hermana, fingió estar loco para abusar sexualmente de ella; Ulises, el conocido héroe griego, simuló estar loco para no ir a la guerra de Troya; Zacchias, quien fue fundador de la medicina legal, en sus “*Quaesti onum médico-legalium*” trataba el tema de las enfermedades simuladas. En la Edad Media, una gran cantidad de personas simulaban patologías intentando huir de los combates, se puede citar el ejemplo del Papa Sixto V, este simuló un estado prematuro de vejez para ser elegido papa; además, Hipócrates y Galeno en sus escritos se referían a las personas que simulaban enfermedades y grandes escritores como Cervantes, Lope de Vega y Calderón de la Barca, narran muchos episodios de enfermedades simuladas.

La matrona parisina, Madame du Coudray, es considerada de las mayores transmisoras de conocimiento sobre el parto; es recordada porque recorrió Francia en el siglo XVIII instruyendo a mujeres de campo en el oficio de partera, por medio de simuladores realizados con trapo. A inicios de 1.900, en enfermería ya se realizaban simulaciones de escenarios básicos de cuidado, aseo, cambios de posiciones y comodidad del paciente usando un maniquí de tamaño real, llamado "Mrs. Chase", fabricado por una empresa de juguetes a petición del Harford Hospital de Connecticut, dotándolo. Contaba con articulaciones en los miembros, el modelo fue avanzando hasta que fabricaron de ambos sexos, diferentes etapas etarias y cada vez más realistas (Casal Angulo, 2016).

A su vez (Casal Angulo, 2016) el concepto en de simulación nació en 1.929, cuando se presentó el "Link Trainer", el primer simulador de vuelo desarrollado por Edwin A. Link, usado para entrenar pilotos de guerra por medio de la repetición de situaciones y manejo de eventos que ayudaran en la mejora de la retención y el aprendizaje, lo cual favoreció la reflexión activa y el análisis como un instrumento de enseñanza. En 1963 la marina de E.E.U.U. manejó las primeras computadoras para crear el primer simulador de vuelo (Whirlwind I).

Resusci-Anne, empresa de juguetes de plástico, fue creada por el empresario noruego Asmund Laerdal en los años 60, motivado por los doctores Bjorn Lind y Peter Safar. Esta se fundó con la finalidad de ayudar a los doctores a practicar y comprender la respiración boca a boca. Sin embargo, el primer simulador médico como tal, llamado Sim One, fue creado en la Universidad Southern California, por ahí de los años 60; luego, el Dr. Michael Gordon creó Harvey, un maniquí para estudios cardiológicos el cual tenía rasgos con mayor fidelidad para la obtención de pulsos, presión arterial y ruidos cardíacos (Casal Angulo, 2016).

El primer simulador a escala real se creó en las universidades de Florida y Stanford en 1986, por David Gaba; su objetivo era combinar habilidades técnicas y no técnicas de especialistas como cardiólogos, anestesistas e intensivistas y ponerlas en práctica en el ámbito médico, a través del trabajo en equipo y la toma de decisiones en situaciones críticas (Casal Angulo, 2016).

De igual forma, el primer simulador de alta fidelidad en un ambiente realista también se creó para especialistas en anestesia y fue nombrado el C.A.S.E. 2.0. Estaba compuesto por un microprocesador de parámetros fisiológicos que se integraban en una sala de operaciones equipada con suministros y equipo médico real, para la práctica de situaciones de emergencia a las cuales podían enfrentarse los anesthesiólogos (Casal Angulo, 2016).

Existen varios tipos de simulación, de acuerdo con Moore, Leighton, Alvarado y Bralic, (Brenes & Fernández, 2021); entre ellos se pueden encontrar:

- Simulación in situ.
- Simulación asistida por computador.
- Realidad virtual.
- Simulación de procedimiento o desarrollo de habilidades.

Tipos de simuladores

- “Screen Based”: Son los más usados, estos reproducen eventos momentáneos de diferentes situaciones y esperan que quienes los utilizan reconozcan las situaciones planteadas.
- Realidad virtual: Tienen sistemas de tercera dimensión que magnifican la experiencia de la situación, sonidos y controles manuales. Son muy usados en los procedimientos quirúrgicos para desarrollar las habilidades en la realización de incisiones y suturas, manipulación de órganos, otros.
- De entrenamiento: Utilizan maniqués para generar situaciones que el principiante puede desarrollar; con su uso se adquieren habilidades específicas como intubar o canalizar venas.
- Realísticos: Maniqués simulan ambientes reales. Un ejemplo de este tipo de simuladores son los usados en la enseñanza de emergencia donde se recrean momentos críticos. A estos “muñecos” se les puede colocar fluidoterapias, aplicar desfibriladores, canular, intubar, realizar reanimaciones, otros, para que los estudiantes desarrollen habilidades en estos momentos, sin el riesgo del cometer errores en la práctica real.

Los simuladores computacionales de fisiología y fisiopatología humana están diseñados para modelar aspectos generales de las tareas realizadas por los diferentes órganos o sistemas del cuerpo humano en entornos específicos. Se busca optimizar la comprensión y la enseñanza práctica de estas asignaturas, mediante la adquisición de habilidades y aprendizaje autónomo que fomenta la investigación científica en los estudiantes (Sánchez, 2017).

Asimismo, otro tipo de clasificación según su concepto de fidelidad. La Asociación Internacional de Simulación Clínica y Aprendizaje (International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning, 2011) define *la fidelidad* como el grado en que una experiencia simulada se aproxima a la realidad (Casal, 2016). Existen tres niveles la simulación de baja fidelidad, la de mediana fidelidad y la de alta fidelidad; se determinan según el medio en el cual se desenvuelve el ejercicio, los materiales y los factores asociados a los participantes (Altamirano, 2019).

La simulación de baja fidelidad utiliza dispositivos que reproducen una parte del cuerpo humano, es decir, modelos anatómicos o maniqués; también se encuentran los modelos tridimensionales como los utilizados en la enseñanza de anatomía. Estos modelos son de común uso en las universidades porque son fáciles de adquirir y a un bajo precio, sin embargo, dentro de esta categoría también se pueden encontrar los animales, partes de ellos o el ejemplar vivo (Casal, 2016).

La simulación de mediana fidelidad es la combinación del uso de una parte anatómica y un programa virtual de menor complejidad. Además, se incluyen los juegos de roles y los pacientes que han sido entrenados para simular una situación. La simulación de alta fidelidad son los simuladores de tamaño real, también conocidos como *paciente completo*. Conforme va aumentando el nivel de fidelidad, aumenta el realismo del simulador (Altamirano, 2019).

Experiencias de simulación clínica en otros países de América

La simulación clínica ha sido utilizada desde hace muchos años en países como Chile, Brasil, Panamá, Colombia, Argentina, México, Estados Unidos y Canadá, donde las clases son impartidas de forma práctica y teórica, por medio de clases teóricas magistrales, bibliotecas virtuales y laboratorios que incluyen la simulación y buscan el mayor realismo posible en sus centros (Bustos, 2015).

Durante el Congreso ALASIC realizado en noviembre del año 2013, con sede en Costa Rica, se comenta que, en Chile, Estados Unidos y México han creado universidades donde especialmente se forman profesores en simulación, que desarrollen alta calidad humana y cognitiva. Se caracterizan por ser centros bastante grandes, con la infraestructura necesaria, personal calificado y múltiples equipos (Bustos, 2015).

Como ejemplo se puede citar a The Society for Simulation in Healthcare (SSH) ubicada en Estados Unidos; esta institución regula la enseñanza mediante la simulación clínica utilizando normas y procedimientos muy rigurosos y efectivos. Se encarga de acreditar a nivel nacional a los otros centros de simulación existentes, sin embargo, muchos de ellos también cuentan con certificados internacionales (Bustos, 2015).

Nuevas tendencias de simuladores

De acuerdo con Cerrillo (2019) en la actualidad los avances tecnológicos en salud y pedagogía vienen a cambiar el paradigma de lo que conocemos como enseñanza tradicional; el uso de tecnologías emergentes, también conocidas como nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en el sector educación, es un factor fundamental en el progreso hacia la introducción de nuevos modelos pedagógicos que le permitan al alumno ser el dentro del

aprendizaje. Además, conforme lo que afirman Morales & Macas (2017) esta relevancia social y el incremento latente de las nuevas tecnologías se debe a la facilidad actual de adquisición de Internet en viviendas, áreas de recreación y centros educativos.

Dentro de estas nuevas tecnologías se puede mencionar la realidad aumentada. Este término se define de distintas maneras; puede ser un sistema tecnológico o tecnología emergente como cita Cerrillo (2019); Heras y Villareal la conciben como una tecnología que integra objetos gráficos con señales obtenidas del mundo real, esto posible por equipos de cómputo en tres dimensiones, los cuales logran que exista una compatibilidad entre los objetos del mundo real y los del mundo virtual dentro del ciberespacio. La enseñanza con realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) resulta de gran ganancia para alumnos que cursan materias como Fisiología y Fisiopatología, pues simplificaría el entendimiento de los conceptos más complejos, difíciles de visualizar teóricamente.

El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey en México, propuso por medio de su Observatorio de Innovación Educativa, que la realidad aumentada fuera tomada como una de las tendencias actuales en el campo de la enseñanza. Sin embargo, el sistema evaluativo supone un reto, pues para que sea una evaluación auténtica, íntegra, se proponen diversos aspectos como la gamificación; es decir, diferentes técnicas de motivación por medio de juegos y diferentes actividades, la realimentación, aprendizaje basado en problemas (ABP), uso de portafolios, autoevaluación y coevaluación (Cerrillo, 2019).

Existe una herramienta de software libre llamada Blender, que permite crear objetos en 3D por medio del modelado. En esta se desarrollan diferentes tipos de simulaciones; también existe MakeHuman, aplicación desarrollada por un colectivo de programadores, artistas y académicos con gran afición e interés en el modelado tridimensional de personajes. Por medio de esta aplicación se pueden crear modelos base de un hombre o una mujer. Estas aplicaciones pueden ayudar con la visualización de un entorno más realista de simulación médica (Hernández Narváez & Ramos Cuello, 2016).

Software Educativo (SE)

John W. Tukey fue la primera persona en utilizar el término “software” en el año 1957. Un software se puede definir como toda la información (programas y datos) procesada por los sistemas informáticos. Otra definición un poco más extensa sería el equipamiento o soporte lógico del sistema informático, que a su vez comprende el conjunto de los componentes necesarios para realizar diferentes tipos de tareas específicas (Sánchez, s.f.)

Pérez (2017), afirma que el término SE hace referencia a un programa informático o una aplicación que simplifique el proceso enseñanza-aprendizaje, lo cual ayuda a que el estudiante

adquiera conocimientos de forma efectiva y desarrolle diversas habilidades. Entre sus principales características se pueden citar:

- Estar orientados a la docencia.
- Utilizar una computadora como medio de soporte.
- Ser de uso factible e interactivo con el usuario.

Un software educativo está conformado estructuralmente por tres módulos: el primero es un sistema de input/ output, encargado de tramitar la comunicación con el usuario; el segundo sería la base de datos en donde están organizados los contenidos informativos del programa; por último, está el motor, encargado de administrar las acciones del ordenador conforme las respuestas de las acciones de los usuarios (Pérez, 2017).

Actualmente, el uso de plataformas virtuales es una nueva estrategia de aprendizaje, que propicia la interacción de los estudiantes con los contenidos educativos en estas herramientas virtuales (Cruz, 2015). Existe un software de la editorial Pearson Educación llamado PhysioEx 10.0, basado en simulaciones de laboratorio de fisiología en educación superior. Este programa consta de 12 ejercicios de laboratorio que los estudiantes pueden realizar para comprender, de una forma más interactiva, el funcionamiento del cuerpo humano.

El uso de medios digitales como estrategia de aprendizaje se ha ido extendiendo; cada vez son más los avances y la audiencia se encuentra más involucrada con la tecnología. Así, proponer metodologías activas que van de la mano de tecnologías digitales y herramientas metacognitivas, es el día a día y el futuro en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia (Medeiros et al., 2019).

Características generales de un software

- Licencia: de uso libre o de compra.
- Diseño de la interfaz: debe ser de uso sencillo e intuitivo.
- Requerimientos para su instalación: recursos de los dispositivos tecnológicos para su instalación.
- Formato del producto: se debe tomar en cuenta que los productos desarrollados se puedan exportar en múltiples formatos.
- Productos multiplataforma: productos que se puedan adaptar a múltiples plataformas o sitios web y a diferentes dispositivos tecnológicos.
- Estabilidad: es preciso que sea sólido en su ejecución.
- Interoperabilidad: que el software y los productos puedan combinarse con otros programas informáticos.

Tipos de software

Según Pérez (2017), los software académicos tienen diversas clasificaciones. Inicialmente se clasifican en *programas directivos* y *no directivos*, según el grado de aciertos o desaciertos de los estudiantes. Los programas directivos tienen la cualidad de que, al realizar una pregunta, el mismo programa determina si el alumno dio una respuesta errónea. Por el contrario, en los programas no directivos la única función de la computadora es procesar las respuestas introducidas por el alumno, sin dar un dictamen sobre si son correctas o erróneas.

Una segunda clasificación los divide en *programas abiertos* y *cerrados*, según cual sea su posibilidad de alterar y adecuar el contenido en conveniencia con lo que se está estudiando. Los programas abiertos tienen la opción de controlar el programa sobre la actividad de los alumnos y la estructura de su algoritmo; es sin duda la forma más útil y clara para los docentes y se clasifica, a su vez, en tutoriales, tutores inteligentes, simuladores, micromundos. Por último, están los hipertextos e hipermedias (Pérez, 2017). A continuación, se presentan las principales características de cada uno:

- **Tutoriales:** Sustituyen al profesor en muchas labores y brindan más oportunidades a los estudiantes menos preparados, pues por medio de diálogos el tutor hace preguntas y la actividad es controlada por la computadora. Resultan aburridos y poco eficaces para los alumnos más avanzados.
- **Tutores inteligentes:** Sistemas que imitan la capacidad intelectual del tutor y hacen conjeturas de un problema con gran rapidez, inclusive más que el ser humano. En el área de salud tienen gran beneficio en casos que impliquen realizar un diagnóstico.
- **Simulaciones:** Por medio de la experimentación el alumno tiene el control de la situación y no el computador. La computadora tiene la capacidad de crear un microentorno con el cual el alumno interactúa, simulando procesos físicos o biológicos que resultan ser muy peligrosos, extensos o costosos en la vida real.
- **Hipertextos e hipermedia:** El estudiante tiene la posibilidad de buscar información según sus necesidades, pues estos organizan la información de manera no lineal.

Según Sánchez (s.f.) los softwares, a su vez, se pueden dividir, según sus fines prácticos, en tres grandes grupos:

Software de sistema: Desligan al usuario y a su programador de los detalles del sistema informático que se usa, aislándolo del procesamiento concerniente a las características internas de la memoria, discos, puertos y dispositivos de comunicaciones, impresoras, pantallas, teclados, entre otros. El software de sistema gestiona interfaces de alto nivel adecuadas,

controladores, herramientas y utilidades de apoyo para que el mantenimiento completo del sistema sea idóneo. Incluye:

- Sistemas operativos
- Controladores de dispositivos
- Herramientas de diagnóstico
- Herramientas de corrección y optimización
- Servidores
- Utilidades

Software de programación: Le permite al programador desarrollar de forma práctica programas informáticos, utilizando un conjunto de herramientas y diferentes alternativas y lenguajes de programación. Incluyen:

- Editores de texto
- Compiladores
- Intérpretes
- Enlazadores
- Depuradores
- Entornos de Desarrollo Integrados (IDE): Agrupan las herramientas anteriores en un entorno visual, para que el programador no deba introducir múltiples comandos para compilar, interpretar, depurar y más. Habitualmente cuentan con una avanzada interfaz gráfica de usuario (GUI).

Software de aplicación: Permite a los usuarios realizar una o varias tareas específicas, en cualquier campo de actividad apto para ser automatizado o asistido; se usa en gran medida en negocios. Incluye, entre muchos otros:

- Aplicaciones para control de sistemas y automatización industrial
- Aplicaciones ofimáticas
- Software educativo
- Software empresarial
- Bases de datos
- Telecomunicaciones (por ejemplo, Internet y toda su estructura lógica)
- Videojuegos
- Software médico
- Software de cálculo numérico y simbólico
- Software de diseño asistido (CAD)
- Software de control numérico (CAM)

Software PhysioEx 10.0

Se trata de un simulador médico virtual enfocado en fisiología, creado por Peter Zao, Timothy N. Stabler, Lori A. Smith, Andrew Lokuta y Edwin Griff y presentado por la Editorial Pearson Education. La 10.0 es la última y única versión del software a la venta actualmente y fue publicada el 13 de noviembre del año 2019, fecha en que se realizaron las últimas mejoras en el sistema y HTML. Existen cinco versiones anteriores; inician en el PhysioEx 6.0 que fue lanzado al mercado en el año 2002; dicha información fue brindada por un colaborador y asesor de servicios de aprendizaje de la empresa Pearson Education, vía correo electrónico.

El programa consta de 12 temas: mecanismos de transporte y permeabilidad celular, fisiología del músculo esquelético, neurofisiología del impulso nervioso, fisiología del sistema endocrino, dinámica cardiovascular, fisiología cardiovascular, mecanismo del sistema respiratorio, procesos químicos y físicos de la digestión, fisiología del sistema renal, equilibrio ácido-base, análisis de sangre y pruebas serológicas. Cada uno de estos temas, a su vez, contiene actividades de laboratorio para un total de 63 actividades. Es una herramienta que se puede usar eficazmente como complemento a la teoría impartida (Pearson Education, 2021).

La diferencia entre la versión 10.0 y las anteriores radica en que los contenidos van siendo cada vez más enriquecidos; además de que tienen una mayor cantidad de actividades por realizar que van siendo actualizadas según avanza la tecnología, sin perder la visión general del ejercicio; su interfaz se ha ido modificando hasta mejorar los aspectos visuales de cada simulación, con el fin de resultar más atractivo visualmente e interactivo.

Existen múltiples universidades que hacen uso de esta herramienta para complementar sus clases magistrales o laboratorios; es utilizada en amplias carreras asociadas a las ciencias de la salud como Nutrición, Enfermería, Medicina, Farmacia y hasta Veterinaria.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Enfoque de la investigación

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) el enfoque cuantitativo es un proceso secuencial y probatorio, en el que cada etapa sigue un orden riguroso sin pasar por alto ningún paso. En este tipo de enfoque se derivan objetivos y preguntas de investigación, que llevan a establecer hipótesis y determinar variables; estas se miden en un determinado contexto y los resultados obtenidos se analizan por medio de métodos estadísticos, para luego dar respuesta a la hipótesis o la pregunta planteada.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, pues para su elaboración se siguió un proceso estructurado, para el cual se debieron tomar decisiones antes de realizar la recolección de datos, como en cuál población se iba a implementar la utilización del software académico, pues se trata de una propuesta para utilizar una nueva herramienta metodológica en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas. Con anterioridad, se escogieron cuatro temas que aparecen demostrados en el software para poner en práctica dos de ellos con los estudiantes del grupo de Fisiología y los otros dos con los estudiantes del grupo de Fisiopatología del II cuatrimestre del año 2021.

Las prácticas realizadas con los estudiantes de Fisiología fueron: 1. Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores y 2. Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo. De igual forma, con los estudiantes de Fisiopatología se llevaron a cabo dos prácticas, tituladas: 1. Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas y 2. Glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus. Con este estudio se pretende analizar el uso de estas nuevas tendencias de metodologías activas para proponer una técnica de aprendizaje, reproducible en un futuro, para beneficio de los estudiantes de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, e inclusive de otros centros educativos.

Diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el diseño de una investigación consiste en trazar un plan que permita obtener la información necesaria para dar respuesta a la pregunta de investigación y las variables planteadas en el estudio. Para las investigaciones de tipo cuantitativo existen dos tipos de diseños: el experimental y el no experimental, que a su vez derivan en diversas categorías que se ajustan según la razón del estudio.

En este caso, la investigación se contempla como un diseño experimental, pues a raíz de una acción como lo es el uso de un simulador tipo software con los estudiantes de Fisiología del III Cuatrimestre del año 2021, de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas y la evaluación del uso de este por medio de aplicación de análisis de casos clínicos y encuestas, se procede a analizar los resultados obtenidos; a su vez, se cataloga como preexperimental, pues tiene un alcance exploratorio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) los estudios de tipo exploratorio se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado; además, estas investigaciones dan a conocer fenómenos o conceptos relativamente desconocidos e identifican conceptos o variables promisorios, que pueden marcar una pauta para trabajos futuros.

Esta investigación es considerada un estudio exploratorio, porque es pionero en la Universidad Internacional de las Américas. Los cursos de Fisiología y Fisiopatología pretenden llegar a fusionarse en un futuro y actualmente utilizan las clases magistrales como la principal forma de aprendizaje; por esta razón se está buscando aplicar algún tipo de metodología activa más innovadora y práctica. Este estudio pretende demostrar cuán viable puede llegar a ser el uso de esta herramienta para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y que de esta manera pueda llegar a ser aplicable a futuro, de manera permanente, en la Universidad, tanto en la carrera de Farmacia como en la de Medicina.

Fuentes de información

De acuerdo con Gómez (2012) las fuentes de información son todos aquellos elementos que ofrezcan al investigador los datos necesarios para realizar su trabajo de una manera eficiente; para su recolección estos pueden estar manuscritos, impresos, grabados en audio o vídeo, entre otras formas. Existen diferentes tipos de fuentes de información y se clasifican según la búsqueda que se realice.

Las fuentes primarias contienen información única, directa antes de que haya sido interpretada o valorada por otra persona; es decir, son las ideas, conceptos, teorías y resultados propios del autor. Entre las principales fuentes dentro de esta clasificación están los libros, publicaciones periódicas, monografías, documentos o informes técnicos oficiales de instituciones públicas o privadas, tesis, información acerca de alguna conferencia o seminario, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, foros, entre otros (Maranto & González, 2015).

Las fuentes secundarias son las que, a partir de una fuente primaria, procesan la información a manera de análisis, interpretación, extracción y reorganización de esta. En cuanto

a las fuentes terciarias, estas compilan la información expuesta en las primarias o secundarias; son utilizadas para investigar o adquirir una idea general sobre un tema en específico. Algunas fuentes de este tipo que se pueden citar son bibliografías, almacenes, directorios, compuestas por referencias de otros documentos, que comprenden nombres, títulos de revistas y otras publicaciones (Maranto & González, 2015).

Teniendo en cuenta la información anterior, dentro de las utilizadas para este trabajo, se toma como fuente de información primaria el Software académico PhysioEx 10.0, el cual fue comprado en la Editorial Pearson Education. Otra fuente primaria de información de gran relevancia son los estudiantes de Fisiología del II Cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, quienes fueron una parte importante de la investigación, pues utilizaron el software de simulaciones médicas y sus opiniones se obtuvieron por medio de encuestas que posteriormente fueron analizadas.

Como fuentes de información secundaria se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos científicos relacionados con el tema en bases de datos como: Scielo, Latindex, Redalyc, Dialnet, EBSCO, Elsevier, Biblioteca virtual de la Universidad Nacional, Google académico y se utilizó información brindada por la Biblioteca Nacional de Salud y Seguridad Social (BINASSS).

Muestra

La muestra en una investigación cuantitativa es un subgrupo de la población sobre el cual se centra el interés del estudio; debe ser representativo y de este se van a recolectar todos los datos oportunos y de valor necesarios con los cuales se pueda generalizar la información recopilada (Hernández & Mendoza, 2018).

Para efectos de esta investigación se tomaron como muestra los grupos que están cursando Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia en el III Cuatrimestre del año 2021 en la Universidad Internacional de las Américas. En este caso, se trata de un muestreo no probabilístico, pues según Gómez (2012), en este tipo de muestreo existe una marcada influencia del investigador, quien selecciona de manera directa o intencional la muestra; de esta manera no todos los elementos parte de la población pueden constituir la muestra. En este estudio, del total de la población estudiantil de Universidad Internacional de las Américas se seleccionan únicamente los estudiantes de la carrera de Farmacia y específicamente los pertenecientes a las materias de Fisiología y Fisiopatología.

La investigación se realizó con el grupo de Fisiología, compuesto por 16 estudiantes y el grupo de Fisiopatología, compuesto por 21 estudiantes; sin embargo, uno de ellos abandonó el curso por lo que se tiene una muestra total de 36 estudiantes, a los cuales se les aplicó una

encuesta inicial; posteriormente se pusieron en práctica los cuatro ejercicios seleccionados del software, que iban acorde con la materia impartida por los profesores en ese momento; por último, se realizó una encuesta final para conocer las opiniones de los estudiantes una vez habiendo utilizado dicha herramienta.

Criterios de Inclusión

Para efectos de este análisis se incluyeron artículos escritos en idioma español, inglés y portugués, que no sobrepasaran los diez años de antigüedad, recopilados por medio de revistas y bases de datos como Scielo, Latindex, Redalyc, Dialnet, EBSCO, Elsevier, Biblioteca virtual de la Universidad Nacional; además de la información proporcionada por la Biblioteca Nacional de Salud y Seguridad Social (BINASSS). Asimismo, se incluyeron palabras clave como metodologías activas de aprendizaje, aprendizaje basado en problemas (ABP), cursos clínicos como Fisiología y Fisiopatología, simulación clínica, software académico, estilos, estrategias y métodos de aprendizaje, formación académica e innovación docente.

Criterios de Exclusión

Fueron excluidos todos aquellos documentos publicados hace más de diez años, a excepción de los que posean información relevante e insustituible; de igual manera, los artículos que no provienen de fuentes confiables o no aportan ningún tipo de información valiosa fueron excluidos. Aquellos redactados en un idioma diferente a los estipulados, estuvieron dentro de los criterios de inclusión.

Instrumentos

Es una herramienta que registra datos observables representativos verdaderamente de los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. Todo instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Los instrumentos por utilizar en la recolección de datos de la investigación son: software académico PhysioEx 10.0, el cual es el centro de la investigación.

Otro instrumento por utilizar es Microsoft Forms; por medio de este se formularon las encuestas aplicadas a los estudiantes de Fisiología y Fisiopatología. Inicialmente se les realizó una encuesta en la cual se recopiló información de la opinión de los alumnos acerca de los cursos de Fisiología y Fisiopatología y a su vez, para conocer si estaban familiarizados con el término *metodologías activas de aprendizaje*; por último, luego de haber puesto en práctica el software con los estudiantes, se procedió a realizar una segunda encuesta para obtener sus

critérios con respecto al uso de la herramienta. De igual forma, para realizar el análisis estadístico de los resultados se utilizarán los gráficos obtenidos por medio de este instrumento.

Procedimiento de Recolección y Análisis de Datos

Tabla 2. Operacionalización de variables

Objetivo	Variable	Indicador	Definición conceptual	Definición operacional	Definición Instrumental
Identificar a los estudiantes con el software académico por medio del desarrollo de algunas de las actividades afines a la materia del curso, con el fin de que relacionen los conceptos teóricos aprendidos en la asignatura con la práctica visualizada	Presentar el software académico PhysioEx 10.0 a los estudiantes como metodología activa de aprendizaje.	Resultados de la comparación entre el programa académico y el software para seleccionar las prácticas que se van a utilizar.	“Se conoce como <i>software</i> al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático; comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas” (Sánchez, s.f.) (pp.2).	Dar a conocer el Software PhysioEx 10.0 a los estudiantes, luego de haber realizado una comparación entre el software y los temas incluidos en el programa académico.	Software académico PhysioEx 10.0

en el simulador.					
Determinar el interés de los estudiantes que cursan las materias de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas por la introducción de herramientas virtuales de aprendizaje.	Interés de los estudiantes en el uso de nuevas metodologías activas de aprendizaje.	Respuestas de las encuestas realizadas a los estudiantes por medio de Microsoft Forms.	La RAE (2021) define una encuesta como un “conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa de grupos sociales, para averiguar estados de opinión o conocer otras cuestiones que les afectan”.	Conocer la opinión de los estudiantes sobre esta herramienta y proponer su uso como metodología activa innovadora, que no había sido utilizada anteriormente en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la Universidad.	Encuestas realizadas a los estudiantes de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.
Elaborar un manual digital de uso del software PhysioEx 10.0 para	La necesidad de un manual de uso de la herramienta en español.	Temas en común entre el software y el programa de los cursos.	Según la RAE (2021) un manual es un libro en que se compendia lo más	Luego de realizar la comparación se van a plasmar las prácticas seleccionadas	Manual de uso

los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.			sustancial de una materia.	con todas sus indicaciones de uso en el manual.	
--	--	--	----------------------------	---	--

Fases para la recolección y el análisis de datos

Recolección de datos

Inicialmente se realizó una primera intervención con los estudiantes de Fisiología y Fisiopatología del III Cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, donde se les explicó el objeto de la investigación y se les invitó a participar en ella; seguidamente se les realizó una encuesta inicial para recolectar datos sobre cuán necesario encuentran que la implementación de las clases de las asignaturas de Fisiología y Fisiopatología tengan un rumbo más práctico.

Los días que los estudiantes recibieron la materia relacionada con los temas del sistema cardiovascular en ambas materias, diabetes en Fisiopatología y neurotransmisores y neuromoduladores en Fisiología, se asistió de forma virtual a la lección para que, una vez impartida la clase magistral, pudieran tener la oportunidad de utilizar el software; por último, se realizó una encuesta final de satisfacción para acabar de determinar el interés que mostraron los estudiantes por la herramienta.

Análisis de datos

El análisis de los datos recolectados se realizó por medio de las respuestas obtenidas en cada una de las encuestas aplicadas de manera cuantitativa, por medio de un análisis estadístico de tablas y gráficos que ejemplifiquen el grado de necesidad e impacto de las estrategias de aprendizaje aplicadas en el rendimiento académico de los estudiantes y se analizó, de forma cualitativa, las perspectivas medibles u observables inferidas y extraídas de las encuestas.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para lograr el análisis de los resultados y cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se utilizó el software académico PhysioEx 10.0 como modelo de una metodología activa de aprendizaje que puede ser utilizable a futuro en la institución.

Con los estudiantes del curso de Fisiología y Fisiopatología se resolvieron varios de los ejercicios contemplados en el simulador, para familiarizarlos con este, y que a partir de ello establecieran su punto de vista acerca de la herramienta. Fueron consultados por medio de encuestas que luego fueron tabuladas para apreciar, de una mejor manera, los resultados obtenidos; por último se elaboró un manual de uso de la herramienta, utilizando únicamente los ejercicios seleccionados con anterioridad.

Objetivo 1. Identificar a los estudiantes con el software académico por medio del desarrollo de algunas de las actividades afines a la materia del curso, con el fin de relacionen los conceptos teóricos aprendidos en la asignatura con la práctica visualizada en el simulador.

Resultados del Análisis de las características del software PhysioEx 10.0

Khumsikiew et al (2015) en su investigación indica que un reciente metaanálisis en el cual se compara el ABP con el aprendizaje tradicional, mostró que el ABP era superior con respecto a la retención de conocimientos a largo plazo, el desarrollo de habilidades y la satisfacción por parte de los estudiantes y sus profesores; por el contrario, los métodos tradicionales eran más eficaces a la hora de retener información a corto plazo, esto en referencia a lo medido por exámenes estandarizados de la junta. Datos recabados de un estudio acerca de la educación médica y farmacéutica de Tailandia, donde se realizó una preprueba y una posprueba para estudiar la efectividad del ABP, encontró que este puede aumentar las competencias de los estudiantes.

Inicialmente se hizo una revisión general del software; se analizaron sus ventajas y desventajas, se investigó acerca de instituciones tanto a nivel nacional como internacional que lo utilizan como complemento de sus clases magistrales y luego se analizó con base en el programa de estudios actual de los cursos de Fisiología y Fisiopatología.

Por otra parte, luego de haber analizado y realizado una comparación entre los temas incluidos en el software y los temas impartidos en clase, se determinó cuáles se acoplaban más a la teoría facilitada por los docentes, para luego presentarles la herramienta a los estudiantes y que estos pudieran tener la experiencia de utilizarla y dar sus opiniones al respecto.

PhysioEx 10.0 es la última versión del software creado en el año 2002 por la Editorial Pearson Education. Inicialmente tenía el nombre de PhysioEx 6.0; actualmente esta versión consta de simulaciones y ejercicios virtuales que contienen, a su vez, un total de 12 ejercicios y 63 actividades de laboratorio de Fisiología. Tomando en cuenta el objetivo de investigación, únicamente se implementaron cuatro de los ejercicios del software con sus respectivas actividades, 2 con el grupo de Fisiología y los otros dos con el grupo de Fisiopatología (Pearson Education, 2021).

Este programa computacional permite que los alumnos utilicen la información teórica con la que cuentan y la analicen para tomar decisiones clínicas y obtener los resultados en acción (López-Oliva Muñoz et al., 2020). Cada actividad, antes de iniciar, le ofrece al consumidor un resumen de la materia por estudiar, además de un test para realizar previamente al experimento y otro al finalizar la práctica para medir los conocimientos adquiridos.

PhysioEX 10.0 cumple las funciones de un laboratorio virtual de una manera interactiva; al terminar el experimento presenta la opción de imprimir un reporte con las respuestas de los cuestionarios realizados durante el proceso, los gráficos y cuadros obtenidos en la práctica. De igual forma, el estudiante puede realizar el experimento las veces que desee para perfeccionar sus habilidades y comprenderlo cada vez mejor.

Es precisamente a través de las simulaciones y sus correspondientes cuestionarios que el software PhysioEx 10.0 permite al estudiante reflexionar sobre los conocimientos que ha adquirido, poniendo en práctica la competencia cognitiva. Los procesos de interpretación, demostración y proposición se ejecutan con base en esquemas y procesos mentales de lo que los estudiantes aprenden a través de las actividades elaboradas y se evidencian al responder interrogaciones sobre un tema en particular (Gómez, 2010).

Según Gómez (2010), estos procesos cognitivos se refieren al pensamiento entendido como una técnica mental a través de la cual la persona se aproxima a un saber ordinario o científico bajo un esquema predeterminado. Para la aplicación del pensamiento crítico en los estudiantes se procura que este, por medio de las simulaciones, busque evidencias en hechos o realidades, que le permitan tomar una decisión y aclarar el porqué de cierto problema.

Este simulador tiene la función de presentar al estudiante una situación real a nivel fisiológico o una problemática hipotética y le proporciona las herramientas con las cuales buscar soluciones ante una situación y muestra una guía muy completa para su solución. Sin embargo, si el estudiante quisiera variar parámetros para ver cuál sería el resultado frente a otro panorama podría hacerlo. El estudiante hará uso de sus habilidades cognitivas para lograr comprender temas fisiológicos particulares (Gómez, 2010).

Este software fue desarrollado por un conjunto de profesores de diferentes universidades, para ofrecer al estudiante una herramienta que le ayudarán a resolver problemas creados en un contexto virtual. Las preguntas planteadas en el test realizado luego de haber terminado el ejercicio de simulación tienen una estructura semántica que utiliza el “por qué” para así incentivar al alumno a buscar pruebas experimentales que apoyen su respuesta (Gómez, 2010).

El término *licencia de un software* hace referencia a un contrato entre el titular de los derechos, mejor conocido como licenciante, y el llamado licenciatario del programa informático viene a ser el usuario consumidor; las licencias para poder utilizar el software deben cumplir una serie de términos y condiciones establecidas dentro de sus cláusulas.

En el mercado existen diferentes tipos de licencias. Está el software de uso libre o el de compra; en el caso del PhysioEX 10.0 es una herramienta de compra, al día de hoy su valor ronda entre los 37 dólares anuales, aproximadamente 22870 colones. Al comprar el paquete se entrega un manual de laboratorio y se incluye un código de acceso al sitio web PhysioEx 10.0 (Chura & Apata, 2014).

Al hablar del interfaz, se debe tener en cuenta que, además de evaluar cuán estéticamente agradable resulta la herramienta para el usuario, deben considerarse, a su vez, algunos criterios que en ocasiones se dejan de lado y pueden afectar la experiencia del consumidor; a pesar de que el tema visual cumple una parte importante, la experiencia es el punto detonante del éxito de la herramienta, por lo que esta debe ser de fácil uso y provecho para quien la está utilizando (Ramírez, 2017).

El programa PhysioEx tiene un diseño sobrio que no está cargado de imágenes ni colores, los cuales puedan resultar en un distractor para el usuario o hacer que la herramienta se vea poco profesional.

Figura 5. Interfaz del software académico PhysioEx 10.0

☰ **PEx Metabolismo y hormona tiroidea** Restablecer actividad

Experimentar Accesibilidad

Parte 1: Determinación de las tasas metabólicas basales

En la primera parte de esta actividad, determinará la **tasa metabólica basal (TMB)** de cada una de las tres ratas.

1a Arrastrarla rata *normal* en la cámara para encontrar su tasa metabólica basal.

Rata	Peso (gramos)	ml de O ₂ / min	ml de O ₂ / hora	TMB (ml de O ₂ / kg / h)	Palpación	Inyectado

Nota: Elaboración propia, 2021.

Por otro lado, para su instalación luego de haber adquirido la licencia, únicamente se debe contar con internet e ingresar desde la computadora o cualquier dispositivo móvil, utilizando los datos del usuario y la contraseña que serán suministrados por el vendedor.

Funcionamiento

Antes de comenzar con el experimento por realizar, el programa cuenta con la posibilidad de que los estudiantes recuerden, a través de aspectos teóricos plasmados en una pequeña introducción, el tema que va a ser tratado; cada uno de los ejercicios comienza con una visión general del experimento. Posteriormente, se plantea una serie de interrogantes de selección única, denominadas *cuestionario pre-laboratorio*; la idea de esto es conocer la comprensión previa y a su vez, refrescar los temas. Una vez contestadas, el alumno obtiene la devolución de sus respuestas; en caso de tener alguna incorrecta esta es notificada con la opción correcta.

Seguidamente, se enumeran los objetivos de la actividad, y tras haber presentado los materiales o los dispositivos por utilizar para ejemplificar el argumento, se puede empezar a realizar el experimento donde vienen, paso por paso, las instrucciones. El estudiante puede devolverse y realizar el experimento y los cuestionarios las veces que se desee. Conforme avanza la actividad, el simulador plantea una serie de preguntas para que los estudiantes vayan tomando conciencia y relacionen la actividad realizada con el concepto fisiológico o fisiopatológico que se desea demostrar.

Cuando la etapa de experimentación ha finalizado se plantea otra serie de preguntas en un cuestionario post-laboratorio; este, a diferencia del primer cuestionario, no es solo de selección única, sino que también incluye preguntas de desarrollo para poner a prueba los conocimientos que el estudiante pudo haber adquirido. Además, cuenta con un formato de reporte de laboratorio donde van quedando registradas las respuestas, tanto de los cuestionarios como los resultados y esquemas del experimento como tal; dicho archivo se puede nombrar y descargar como PDF y esta es, a su vez, una opción que beneficiaría tanto al docente como al alumno.

Ventajas

La importancia de la simulación reside en tener un papel integrador y organizado de los procesos fisiológicos para que el estudiante pase de la lectura de capítulos de texto y comprenda de manera activa la fisiología y fisiopatología, como una disciplina que explica, además de la función del cuerpo, su integración, procesos de control y adaptabilidad de los sistemas frente a los diferentes escenarios tanto internos como externos (Gómez, 2010).

Un punto de suma importancia y que aporta gran relevancia cuando se habla del uso de simuladores informáticos, es que se busca sustituir o complementar el uso de animales in vivo, materiales orgánicos, reactivos, entre otros materiales que pueden suponer un gasto económico importante.

El software guía al estudiante en todo momento. Dentro del mismo ejercicio de simulación se le presentan algunas preguntas que lo hagan cuestionarse al respecto de lo que está realizando. Conforme el estudiante va haciendo el experimento, las respuestas quedan guardadas en la memoria del programa y al terminar el cuestionario posterior a la práctica, se desplegará un reporte de laboratorio, el cual puede ser guardado en formato PDF; este, a su vez, contiene las respuestas de los estudiantes y si estas son incorrectas la respuesta correcta aparecerá escrita en color verde.

Una ventaja significativa es que este software es utilizado en diversas carreras relacionadas con favorecer y comprender las funciones y mecanismos orgánicos de los seres vivos; como por ejemplo, Veterinaria, Medicina, Enfermería, Farmacia, tanto a nivel nacional como internacional. A continuación, se ampliará la información de las universidades que han utilizado este software como metodología activa de aprendizaje.

Referentes universitarios que implementan el Software PhysioEx

Referentes nacionales

Universidad de Iberoamérica (UNIBE).

Es una institución privada de educación superior especializada en carreras relacionadas con ciencias de la salud. A pesar de que no se encontró literatura que probara el uso de esta herramienta en la institución, se hizo un llamado para realizar la consulta y por este medio se pudo constatar que utilizan el Software PhysioEx como complemento de sus clases de Fisiología.

Según la información brindada vía telefónica, la institución no cuenta con la licencia del software, sin embargo, el profesor de Fisiología adquirió por medios propios la herramienta para aplicarla con sus estudiantes, pues según su opinión, es muy útil para complementar sus lecciones.

Referentes internacionales

Universidad Complutense de Madrid (UCM).

El programa actual de los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la UCM, incluye una experiencia de laboratorio virtual mediante el uso del software de simulación PhysioEX 9.0. La institución ha realizado tres grandes estudios analizando el uso de esta herramienta como un tipo de aprendizaje basado en problemas (ABP), que permitiera a los estudiantes una mejor comprensión de la materia y promoviera el pensamiento crítico.

El primer estudio fue realizado con los estudiantes de Fisiopatología de la carrera de Farmacia y se basó en analizar aspectos del sistema nervioso, específicamente los cambios en la transmisión del impulso nervioso como resultado de los procesos de desmielinización de la fibra nerviosa, en patologías de origen neurológico como la Esclerosis Múltiple, por medio del

software PhysioEx 9.0 que les permitía calcular el período de latencia, voltaje umbral, suma espacial y temporal, tetania muscular y la fatiga muscular, simulando las características electrofisiológicas para el desarrollo de la contracción de la musculatura esquelética.

Para el análisis de resultados realizaron un test integrado en el examen final del Programa de Prácticas de la Asignatura de Fisiopatología. De los 277 estudiantes participantes más del 70% respondió correctamente entre 4-5 preguntas de la prueba; el máximo fue de 5 respuestas acertadas y ningún estudiante obtuvo menos de una respuesta correcta. El desarrollo de esta práctica tuvo resultados satisfactorios.

Dichos resultados fueron expuestos en el International Technology, Education and Development Conference (INTED), que se celebró en Valencia, en el mes de marzo del año 2017, con la idea de mejorar la calidad de la enseñanza práctica de la Fisiopatología, de modo que los estudiantes adquieran habilidades de comunicación, aprendizaje autónomo y el desarrollo de un pensamiento crítico científico.

Como parte del segundo estudio publicado, llevado a cabo con estudiantes de Fisiología, este recopiló la información de dos estudios igualmente realizados en la institución que ponían en práctica el módulo del software llamado *Procesos químicos y físicos de la digestión* que hace referencia a la fisiología del sistema digestivo, para evaluar la función de las enzimas digestivas sobre su sustrato, con demostración de su actividad y su especificidad, además del análisis de un estudio histológico del aparato digestivo.

Para corroborar el aprovechamiento de la herramienta en la primera investigación, la experiencia se realizó con 60 estudiantes que se dividieron en grupos de 8-10 alumnos. Se elaboraron guías de prácticas de esta y se diseñó un caso de una situación fisiológica real que les fue entregado con tiempo suficiente para realizarlo. Además, se realizó un cuestionario final, teniendo en cuenta la escala Likert donde se clasifican numéricamente las respuestas de 1 a 5 según el grado de satisfacción.

Según los resultados obtenidos los estudiantes mostraron un grado de satisfacción alto alegando que mejoraba la adquisición de habilidades, aumentando el interés y la participación, además del aprendizaje colectivo. A su vez, más del 80% de los estudiantes opinaron que la resolución de casos les ayudó a optimizar las habilidades como el pensamiento crítico y a comprender la información más compleja.

La segunda investigación la experiencia piloto se llevó a cabo en grupos prácticos de 30-36 estudiantes divididos en grupos más pequeños de 2-4. A diferencia de la primera investigación, daba un enfoque de metodologías mixtas para lo que establecieron dos grupos experimentales: un grupo que ponía a prueba el uso del software (n=24) y otro que se basaba

en la enseñanza convencional (n=36) para la resolución de casos clínicos reales, discutidos en un debate y valorados mediante un test previo a la práctica y uno posterior a ella. Los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes en ambos grupos de estudio obtuvieron una mejor nota en el test posterior.

De igual manera, la evaluación de la metodología utilizada por parte de los estudiantes fue realizada por medio de un cuestionario de satisfacción. Los grupos que pusieron a prueba el ABP (uso del simulador y análisis de casos) manifestaron una mejor actitud de aprendizaje, mayor motivación y comprensión del tema, en comparación con el grupo sometido al método tradicional de aprendizaje.

Los resultados de este proyecto fueron expuestos en el 13th Annual International Technology, Education and Development Conference celebrado en Valencia, en marzo del año 2019 y en el 11th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies con sede en Palma de Mallorca, en julio del mismo año.

Por último, el tercer estudio es un proyecto llevado a cabo con los estudiantes de Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la UCM, relacionado con el sistema reproductor femenino, en específico, las alteraciones endocrinas de las gónadas femeninas, hiperestrogenismo e insuficiencia ovárica. Esta investigación se encontraba más enfocada en el desarrollo de competencias que mejoraran el desempeño de los estudiantes.

Al igual que los otros dos proyectos, el propósito era que los estudiantes resolvieran por sus propios medios un caso clínico propuesto por los docentes; en este caso se dividieron en 2 equipos. Un grupo denominado de control, compuesto por 120 participantes, recibió la explicación de la práctica por medio de la metodología tradicional, es decir, laboratorio, ensayos de diagnóstico clínico y el uso del software PhysioEX 9.0, ya incluido dentro del programa de estudio. Por otro lado, en el grupo experimental, conformado por otros 120 participantes, además de las herramientas mencionadas anteriormente se introduce una metodología mixta, incluyendo dos casos clínicos relacionados con la disfunción ovárica.

A grandes rasgos, sus resultados se basaron en las respuestas de 114 estudiantes del grupo de control y 86 estudiantes del grupo experimental, que completaron el cuestionario final. Para la evaluación de las metodologías se utilizó una prueba de rendimiento conformada por 30 preguntas; hubo un aumento estadísticamente significativo en las notas de los estudiantes que utilizaron la metodología mixta, pues un porcentaje mayor de alumnos en este grupo alcanzaron puntuaciones más altas.

Al momento de la publicación de este artículo que abarca 4 publicaciones anteriores referentes al mismo estudio, los resultados se habían expuesto en 3 congresos internacionales

especializados en innovación docente: ICERI 2019 (Congreso Internacional Anual de Educación, Investigación e Innovación), INTED 2020 (International Technology, Education and Development Conference) y EDULEARN 2020 (Congreso Internacional anual sobre Educación y Nuevas Tecnologías de Aprendizaje). Los resultados obtenidos también serían presentados en un 4to Congreso ICERI20 2020.

Como conclusión de los tres amplios estudios realizados por la UCM, se puede decir que la implementación de diversas prácticas relacionadas con los cursos de Fisiología y Fisiopatología, utilizando el aprendizaje basado en problemas (ABP) a través de la simulación y la aplicación de casos clínicos, es una metodología muy útil en la adquisición y promoción de un pensamiento crítico y un aprendizaje activo. El papel del software informático PhysioEX 9.0 en las experiencias de aprendizaje es exponer a los estudiantes a escenarios clínicos que tal vez nunca vean en sus experiencias prácticas, pero que les ayuden a comprender los conceptos teóricos y a resolver las preguntas del caso clínico, con una realimentación durante y después del experimento.

Universidad Nacional de Colombia

Gómez, en la Universidad Nacional de Colombia, realiza su tesis de grado para obtener el título de Magister en Fisiología a nivel veterinario y se centra en tratar de mejorar la retención de conocimientos en los estudiantes para evitar la memorización a corto plazo y buscar el desarrollo óptimo de competencias profesionales. Para ello evalúa si el uso del simulador PhysioEx 6.0 en el curso de Fisiología I puede perfeccionar la adquisición de dichas competencias.

Para llevar a cabo la experiencia se tomaron en cuenta 14 estudiantes de pregrado en ciencias de la salud. El grupo se dividió en 2; a cada grupo se le realizó una prueba escrita para valorar las competencias. Por medio de una reunión con 4 profesores expertos en el tema, el autor decidió poner en práctica los ejercicios pertenecientes al sistema cardiovascular. Un aspecto importante fue que el grupo 1 desarrolló la práctica con base en la clase tradicional y el uso del simulador como metodología adicional, y el grupo 2 únicamente con la clase tradicional.

El análisis de los datos demostró que no existía una diferencia importante entre las respuestas de los 2 grupos, lo cual podría insinuar que, a diferencia de lo reportado en la literatura el uso de una herramienta de simulación, no es útil para mejorar el desarrollo de competencias; sin embargo, existen muchos factores que debían ser analizados, como el tipo de preguntas formuladas en la prueba, los conocimientos previos o el compromiso de los estudiantes.

Universidad Europea de Valencia

Las carreras de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad Europea de Valencia en su curso de Fisiología utilizan las simulaciones de laboratorio del software académico PhysioEx 9.0, con el fin de hacer las clases más interactivas e implementar el uso de nuevas estrategias de aprendizaje. El conjunto de simulaciones realizadas y entregadas a lo largo del trimestre contribuye en un 15% a la nota final del curso.

Estudiaron si existía una correlación entre los resultados de las pruebas teóricas y las pruebas de simulación aplicadas en tres cursos de Fisiología durante los años 2011-2014, por medio de un test de correlación de Spearman; el resultado fue que los alumnos con calificaciones más bajas en los ejercicios de simulación, simultáneamente obtenían las peores calificaciones en los exámenes, que aparte de ser una prueba de conocimientos teóricos, incluían una serie de casos clínicos donde debían aplicar el razonamiento desarrollado con el uso de la herramienta. De conformidad con los datos obtenidos, aseguran que el uso del software ayuda a fomentar un pensamiento y aprendizaje más integral.

Universidad de Murcia

Un estudio realizado en esta universidad española, en el año 2011, por García y compañeros, utiliza en el curso de Fisiología Veterinaria la primera versión del software analizado en esta investigación, llamado inicialmente PhysioEx 6.0., el cual contenía 40 actividades, 24 menos que la versión actual. El objeto de estudio consistía en sustituir el uso de animales in vivo, materiales orgánicos o reactivos utilizados en las prácticas de laboratorio, para ofrecer al estudiante una perspectiva más amigable, económica y a su vez realista, por medio de la simulación.

Los ejercicios del software puestos a prueba para conocer el grado de satisfacción de los alumnos sobre el uso de simuladores como metodología complementaria a la información de las clases magistrales, fueron, en primer lugar, la Mecánica del Sistema Respiratorio y en segundo lugar, la Fisiología Renal. Fue mediante el uso de un cuestionario de seis preguntas que se evaluó la opinión de los estudiantes; se realizaron en su totalidad 249 encuestas entre los estudiantes que cursaban el 2º curso de Licenciatura y los alumnos del 1º curso de Grado de Veterinaria.

Las respuestas obtenidas para ambos ejercicios en función del uso de simuladores en el curso fueron positivas. Para el primer ejercicio Mecánica del Sistema Respiratorio el 92% de alumnos de licenciatura, valoraron la experiencia como positiva o muy positiva; los estudiantes de grado, para este mismo módulo, reflejaron un 87% de satisfacción. En relación con la

simulación del Sistema Renal, también se obtuvieron resultados positivos, más de un 84% de los participantes reaccionaron de manera positiva al uso del simulador.

Una de las desventajas de la herramienta comentada por los estudiantes fue que el programa se encuentra en inglés, lo que para algunos supone una dificultad importante a la hora de utilizarlo. Dejando de lado este punto y a modo de una respuesta global, los estudiantes calificaron el software como una herramienta útil para la comprensión y el complemento de los aspectos teóricos recibidos en el curso.

A continuación, se presenta un listado de diversas universidades a nivel internacional que también hacen uso de la herramienta informática de aprendizaje PhysioEx, incluyéndola en el programa de estudios de carreras como Farmacia, Medicina, Nutrición, Enfermería, Veterinaria, entre otras áreas relacionadas con la salud.

- Universidad Autónoma de Yucatán
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos
- Universidad de Cantabria
- Universidad Europea Miguel de Cervantes
- Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”
- Universidad Carlos III de Madrid
- Universidad de Sevilla
- Universidad de Granada
- Universidad de Salamanca
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí
- Universidad de Málaga
- Universidad de Piura
- Universidad Cooperativa de Colombia
- Universidad Iberoamericana (República Dominicana)
- Universidad Autónoma de Tamaulipas
- Universidad Autónoma de Sinaloa
- Universidad de Córdoba

Desventajas

De momento, una desventaja importante que presenta el software es que se encuentra en idioma inglés, sin embargo, el estudiante puede recurrir a la opción de traducir a español que se presenta en el navegador de internet de su preferencia, lo cual puede provocar un retraso en

el funcionamiento del programa u ocasionar que deban empezar el ejercicio desde cero; se debe aclarar que esto solo sucede si se traduce el software.

Otra desventaja es que el uso de un simulador virtual de ninguna manera va a sustituir las prácticas presenciales o las experiencias en un entorno real, pero sí aporta una visión más cercana a la realidad y complementa de una manera muy interactiva los conceptos teóricos aprendidos.

A su vez, si el experimento está relacionado con una patología en específico todos los organismos reaccionan de una manera diferente, sin embargo, el software aporta conocimientos generales acerca de ella.

Comparación de los programas académicos de Fisiología y Fisiopatología de la UIA con las actividades del Software PhysioEx 10.0

Como parte del primer objetivo planteado en este trabajo se realizó una comparación entre las actividades pertenecientes al software PhysioEx 10.0 con el fin de escoger las que más se adapten al programa de estudio de Fisiología y Fisiopatología, de manera que puedan ser aplicadas a futuro. La escogencia se realizó en función de las presentaciones de las clases brindadas por el profesor, el programa académico de los cursos, además de la guía de uno de los profesores que imparte las materias.

A continuación, se pueden visualizar dos tablas que contienen los temas presentes en el programa de estudios de los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la escuela de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, en comparación con los ejercicios comprendidos en el software académico PhysioEx 10.0, adecuados de manera que coincidan los temas de estudio; a su vez, destaca como criterio de aceptación cuáles prácticas tienen actividades que se ajustan a la materia brindada en las lecciones magistrales con base en lo expuesto anteriormente.

Tabla 3. Comparación de los temas impartidos en las clases magistrales del curso de Fisiología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas con respecto a los ejercicios comprendidos en el software académico PhysioEx 10.0.

Temas del curso de Fisiología	Ejercicios del software PhysioEx 10.0	Criterio de aplicación de prácticas
Tema 1. Fisiología general	Mecanismos de transporte celular y permeabilidad Neurofisiología de los impulsos nerviosos	Si aplica

_____	Fisiología del músculo esquelético	No aplica
Tema 2. Fisiología cardiovascular	Dinámica cardiovascular Fisiología cardiovascular	Si aplica
Tema 3. Fisiología Órganos de los Sentidos	_____	_____
Tema 4. Fisiología Renal	Fisiología del sistema renal Equilibrio ácido-base	Si aplica
Tema 5. Fisiología Digestiva	Procesos químicos y físicos de la digestión	No aplica
Tema 6. Fisiología Respiratoria	Mecánica del sistema respiratorio	_____
Tema 7. Función encefálica	_____	_____
Tema 8. Fisiología Hematológica.	Análisis de sangre	Si aplica
Tema 9. Fisiología Endocrina	Fisiología del sistema endocrino	Si aplica
Tema 10. Fisiología Sistema Nervioso	_____	_____
_____	Prueba serológica	No aplica

Nota: Elaboración propia, 2021.

Tabla 4. Comparación de los temas impartidos en las clases magistrales del curso de Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas con respecto a los ejercicios comprendidos en el software académico PhysioEx 10.0.

Temas del curso de Fisiopatología	Ejercicios del software PhysioEx 10.0	Criterio de aplicación de prácticas
_____	Mecanismos de transporte celular y permeabilidad	No aplica
_____	Fisiología del músculo esquelético	No aplica
Tema 1. Fisiopatología general.	_____	_____

Tema 2. Fisiopatología del Sistema Digestivo	Procesos químicos y físicos de la digestión	No aplica
Tema 3. Fisiopatología del Sistema Cardiovascular	Dinámica cardiovascular	Si aplica
Tema 4. Fisiopatología del Sistema Respiratorio	Mecánica del sistema respiratorio	Si aplica
Tema 5. Fisiopatología del Sistema Renal	Fisiología del sistema renal	Si aplica
Tema 6. Fisiopatología del Sistema Endocrino	Fisiología del sistema endocrino	Si aplica
Tema 7. Fisiopatología del Sistema Nervioso	Neurofisiología de los impulsos nerviosos	No aplica
Tema 8. Fisiopatología del sistema locomotor	_____	_____
Tema 9. Fisiopatología Cutánea	_____	_____
Tema 10. Respuesta inflamatoria aguda	Análisis de sangre	No aplica
_____	Equilibrio ácido-base	No aplica
_____	Prueba serológica	No aplica

Nota: Elaboración propia, 2021.

El análisis comparativo de los temas se realizó utilizando el programa de estudios de cada uno de los cursos, las presentaciones de PowerPoint brindadas por los profesores y el criterio de un docente que imparte ambas materias; esto con el fin de seleccionar las actividades del software más adecuadas, pues algunas de ellas abarcan temáticas que no están incluidos dentro de la malla curricular, o a pesar de tratarse del mismo tema no abarcan la misma información evaluada en el curso.

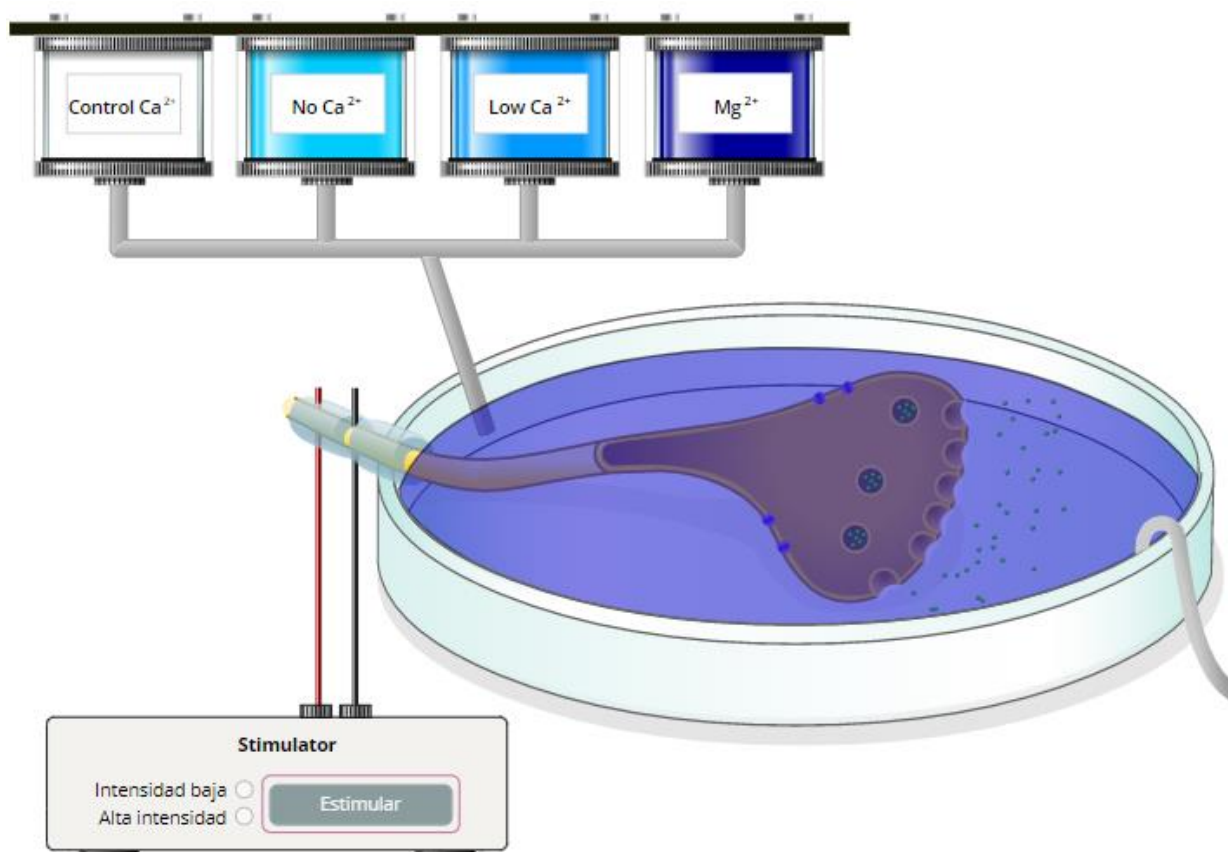
Como se puede observar en las tablas 3 y 4, es mayor la cantidad de ejercicios de la herramienta de simulación virtual que se acoplan a los temas estudiados en el curso de Fisiología que los de Fisiopatología. De los 12 ejercicios que contiene el software, únicamente fueron tomados en cuenta 9 de ellos, con descarte de los siguientes: ejercicio 2: Fisiología del músculo esquelético, ejercicio 8: Procesos químicos y físicos de la digestión y ejercicio 12: Prueba serológica.

Los ejercicios puestos en práctica con los estudiantes de Fisiología y Fisiopatología de la Escuela de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas para que tuvieran la experiencia de utilizar el software, se realizaron dentro del horario lectivo. La escogencia de estos se hizo en función de la materia impartida por los docentes en las clases magistrales en ese momento, con el fin de familiarizar a los alumnos con el instrumento y a su vez, proporcionarles un repaso de los conceptos que les serían evaluados en el primer examen.

En pequeños grupos, los estudiantes efectuaron el experimento de simulación y resolvieron los cuestionarios correspondientes a cada actividad, para al final obtener el reporte de laboratorio que la misma herramienta ofrece en formato PDF, con las respuestas brindadas por ellos mismos; a su vez, el software despliega la respuesta correcta en caso de que la suya haya sido errónea, lo que les permite reforzar los fallos e incentiva el pensamiento crítico y autoevaluativo.

Con respecto a la primera práctica del software realizada con los estudiantes de Fisiología correspondiente al ejercicio 3 (Neurofisiología de los impulsos nerviosos), actividad 8 llamada “Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores”, esta consiste en comprender los términos neurotransmisor, sinapsis química, vesícula sináptica y potencial postsináptico, por medio de un experimento en el cual se tiene el axón terminal de una neurona grande aumentado simulando una práctica in vitro donde se somete a 4 soluciones extracelulares (control de Ca^{2+} , sin Ca^{2+} , Ca^{2+} bajo y Mg^{2+}) para determinar el papel del calcio en la liberación de un neurotransmisor. En la figura 6 se puede observar cómo la neurona, al estar expuesta a un estímulo de calcio de alta intensidad, aumenta la cantidad de neurotransmisor liberado en el axón terminal.

Figura 6. Actividad 8: transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores

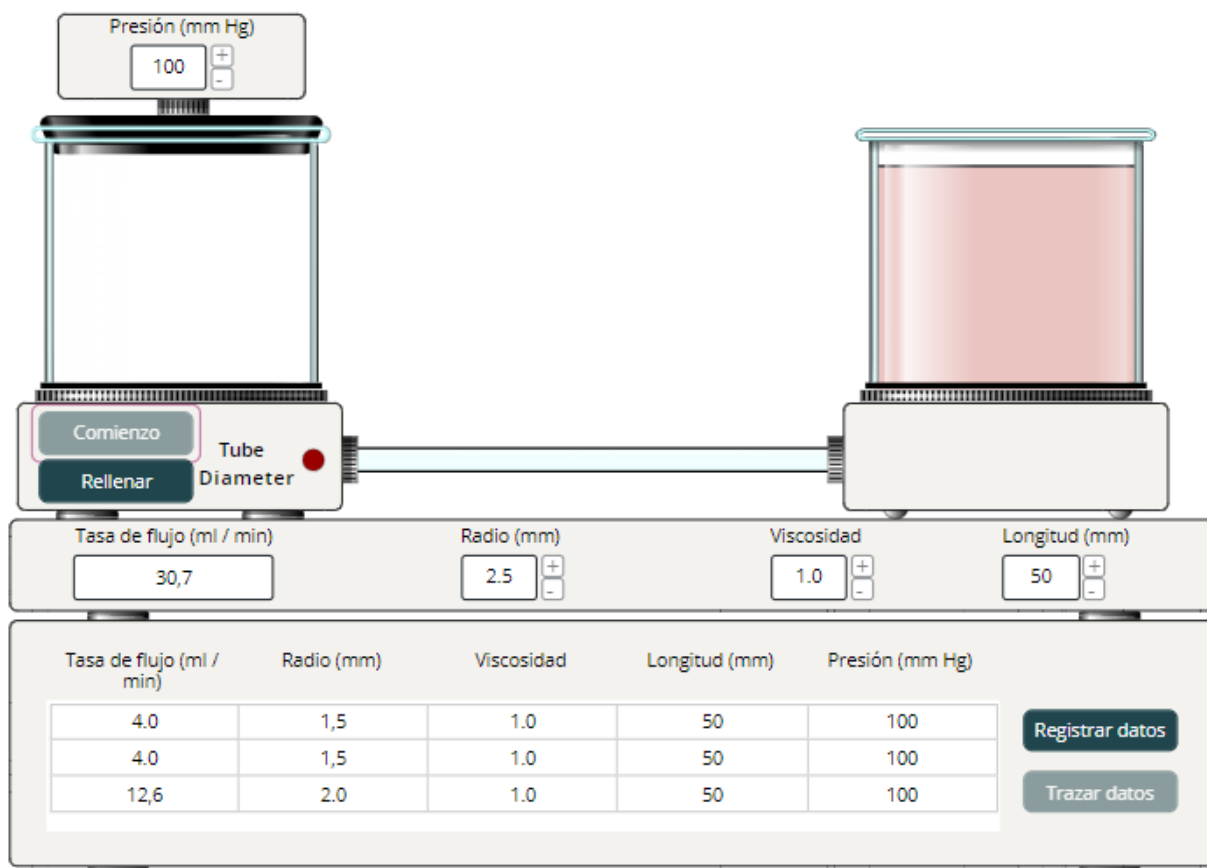


Nota: Elaboración propia, 2021.

Para la segunda práctica se realizó el ejercicio 5 (Dinámica cardiovascular), actividad 1 que recibe el nombre de “Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo”. Mediante la representación del flujo sanguíneo por medio de un recipiente izquierdo que simula la sangre que fluye desde el corazón, un recipiente derecho simulando otro órgano (por ejemplo, el músculo bíceps braquial) y un tubo de flujo entre ambos recipientes simulando la función de una arteria, se pretende que el estudiante comprenda fácilmente cómo el radio del vaso puede variar en el organismo y cómo esto afecta al flujo sanguíneo.

La figura 7 ejemplifica cómo el software simula la relajación o contracción del músculo liso y provoca que el radio del vaso sanguíneo cambie e influya en la tasa de flujo sanguíneo. De acuerdo con la imagen, al aumentar el radio del vaso a 2.5mm se incrementa a su vez el flujo sanguíneo; es por medio del uso del software que visualizar este proceso resulta más sencillo.

Figura 7: Actividad 1. Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo



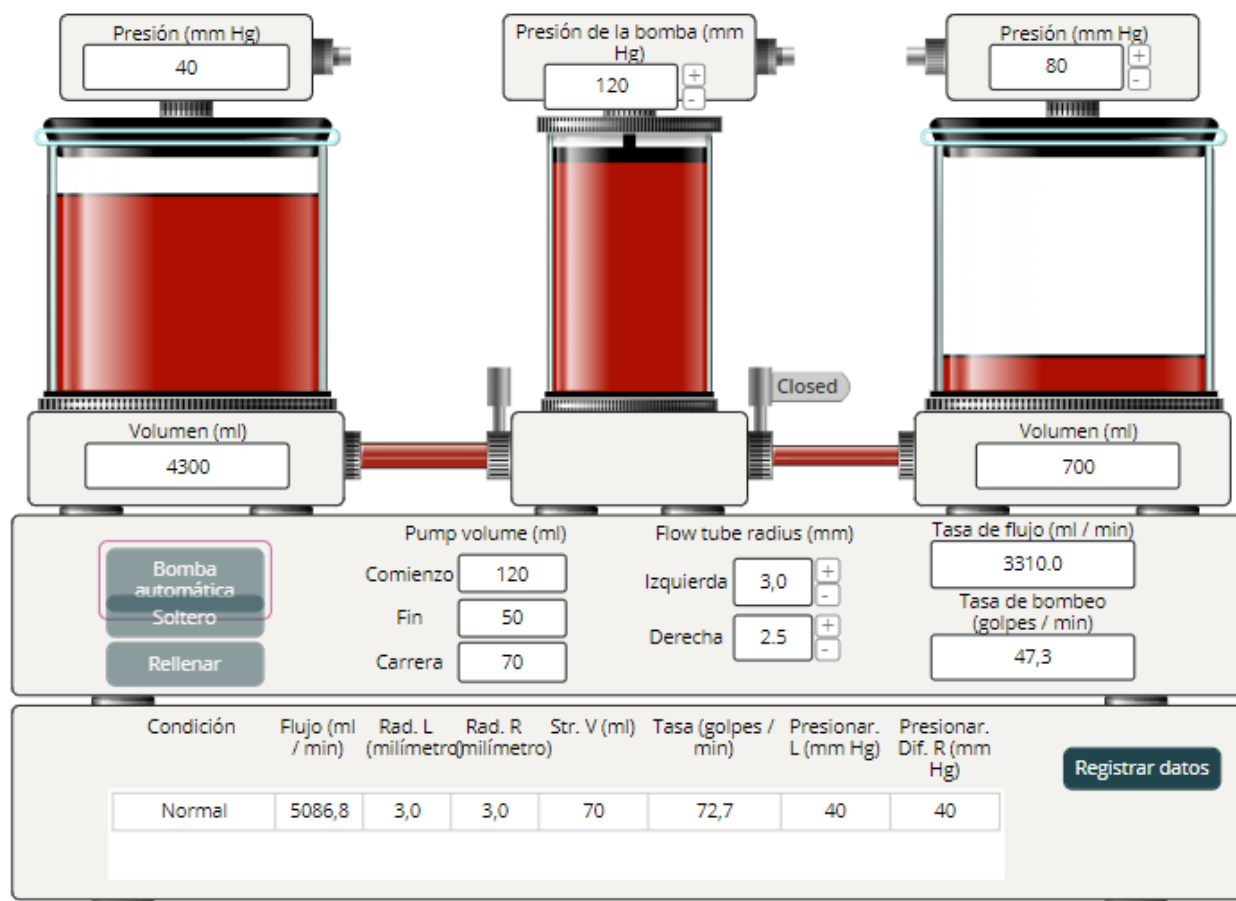
Nota: Elaboración propia, 2021.

En el caso de los estudiantes de Fisiopatología la primera práctica llevada a cabo con ellos fue del ejercicio 5 (Dinámica cardiovascular), la actividad 7 que lleva el nombre de “Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas” en la que objeto del experimento consiste en ejemplificar cómo afecta la estenosis aórtica al flujo sanguíneo a través del corazón, además de explicar las formas en que el sistema cardiovascular es capaz de compensar los cambios en la resistencia periférica y la poscarga y la influencia de las válvulas cardiacas sobre el flujo sanguíneo.

A través de la visualización de recipientes y tubos que simulan la sangre proveniente de los pulmones (las venas pulmonares, el ventrículo izquierdo con la válvula bicúspide y la válvula semilunar aórtica), la aorta y por último la sangre que se dirige al circuito sistémico, se van a representar tres mecanismos diferentes de compensación (aumento de la precarga, aumento de la contractilidad y disminución de la poscarga) para determinar el más adecuado para mejorar el flujo sanguíneo en presencia de diversas patologías.

La figura 8 ilustra cómo la disminución del radio de la aorta (tubo de flujo derecho) simula la estenosis o estrechamiento de la válvula aórtica, lo que los estudiantes van deduciendo conforme avanzan en el experimento y lo que implica comprobar cuál de los diferentes mecanismos de compensación presentados puede emplear el organismo para mantener un buen funcionamiento, para lo cual deben poner en marcha el análisis y el pensamiento crítico.

Figura 8. Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas



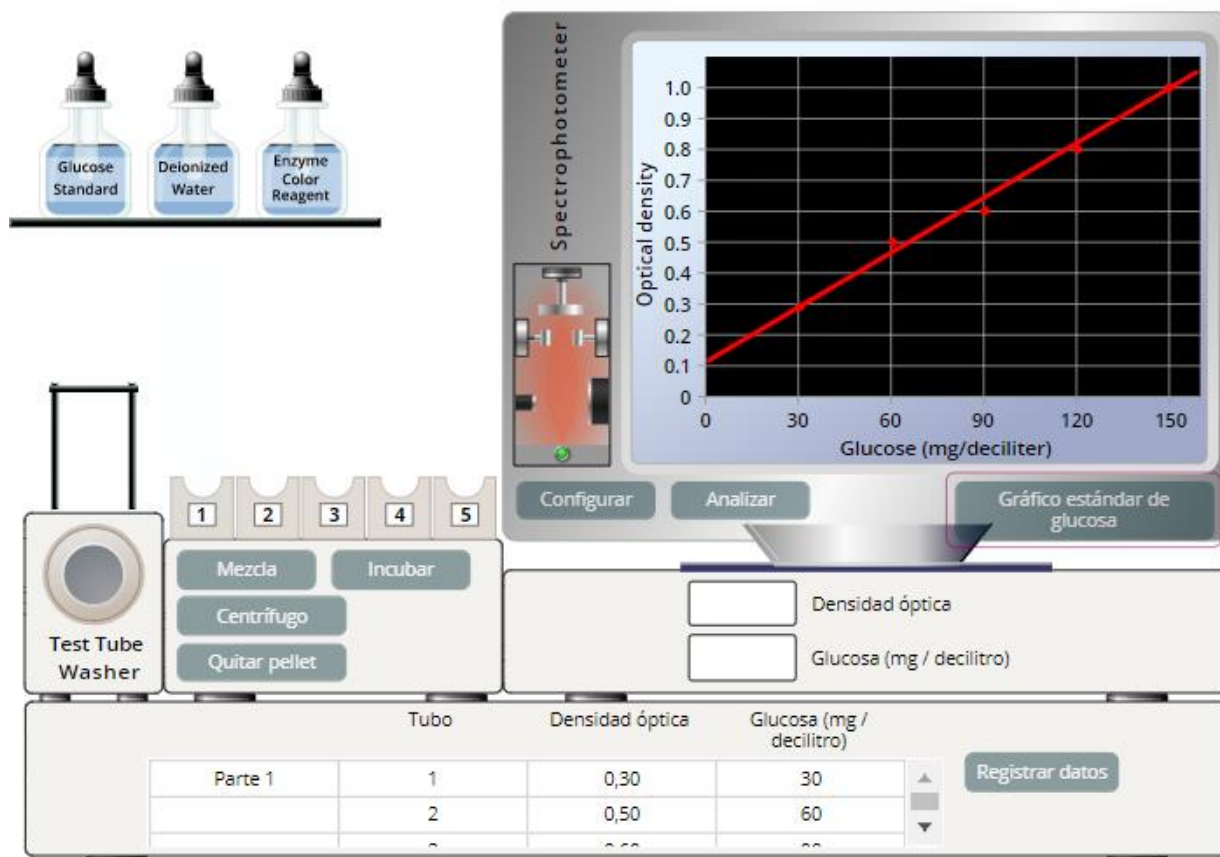
Nota: Elaboración propia, 2021.

La segunda práctica realizada fue la actividad 2, titulada “Glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus” que formaba parte del ejercicio 4 (Fisiología del sistema endocrino). La simulación permite comprender los términos insulina, diabetes mellitus tipo 1, diabetes mellitus tipo 2, curva de glucosa estándar, por medio la generación de una curva de glucosa estándar con la que posteriormente se van a medir los niveles plasmáticos de glucosa en ayunas de varios pacientes y de esta manera el estudiante pueda diagnosticar la presencia o ausencia de diabetes mellitus.

La figura 9 ejemplifica la generación de una curva estándar de glucosa en función de la densidad óptica y la concentración de glucosa obtenida con el uso de un espectrofotómetro,

dicha curva ayudaría a los estudiantes a medir los niveles de glucosa plasmática en ayunas de 5 pacientes mediante un análisis de muestras de sangre para determinar si el paciente padece de diabetes mellitus. Esta práctica aporta un valor agregado, pues todo farmacéutico debe ser capaz de entender y manejar los valores de glucosa plasmática en ayunas y hemoglobina glicosilada (HbA1c).

Figura 9. Actividad 2: Glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus



Nota: Elaboración propia, 2021.

La literatura consultada demuestra que el uso de metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) por medio de un simulador virtual, resulta en su mayoría ser efectivo en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes, en especial si se combina con otros tipos de metodologías como la aplicación de casos clínicos. De igual manera estos estudios comprueban que el software PhysioEx se acopla a diversos cursos y carreras relacionadas con ciencias de la salud; sumado a esto, el análisis comparativo que se realizó entre los temas impartidos en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la Universidad Internacional de las Américas y los módulos de esta herramienta, son bastantes las prácticas que pueden ser de utilidad para la comprensión de conceptos y el desarrollo de habilidades de los futuros profesionales.

Objetivo 2. Determinar el interés de los estudiantes que cursan las materias de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas por la introducción de herramientas virtuales de aprendizaje.

Interpretación y análisis de los resultados de las encuestas

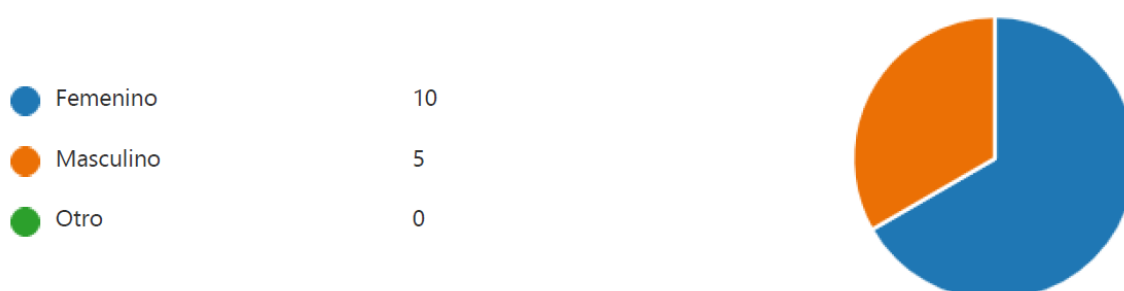
A partir de la información obtenida de la aplicación de encuestas dirigidas a los estudiantes de los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, durante el III cuatrimestre del año 2021, se analizaron los resultados más significativos para la resolución del segundo objetivo comprendido en la investigación. Antes de ser enviadas, las encuestas fueron validadas por el coordinador de Ciencias Básicas Biométricas para Medicina, Farmacia y Odontología de la Universidad.

De la población total conformada por 36 estudiantes, se aplicó una primera encuesta a 35 de ellos, 20 alumnos de Fisiopatología y 15 alumnos de Fisiología, pues el día de la aplicación del cuestionario un alumno del curso de Fisiología no estuvo presente en la clase.

Por medio de este cuestionario compuesto de 15 preguntas para el curso de Fisiología (Ver apéndice 1.1) y 27 preguntas enfocadas en los estudiantes del curso de Fisiopatología (Ver apéndice 1.2) se pretendía conocer datos fundamentales sobre la población en estudio, su opinión acerca del curso y su grado de conocimiento acerca de metodologías activas de aprendizaje.

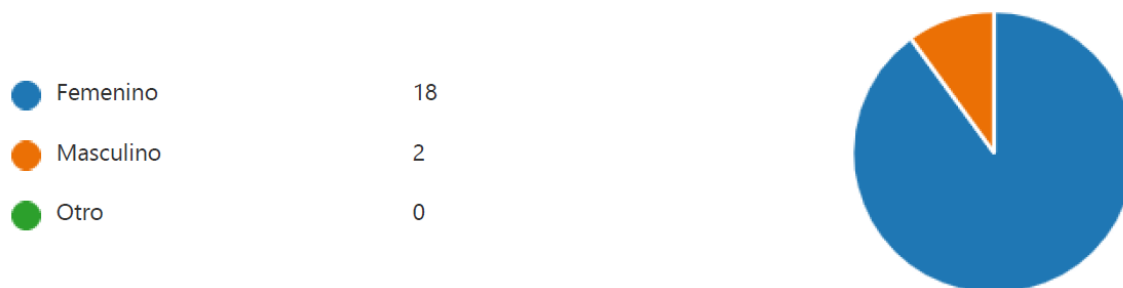
Interpretación de resultados de la encuesta inicial

Figura 10. Género de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021

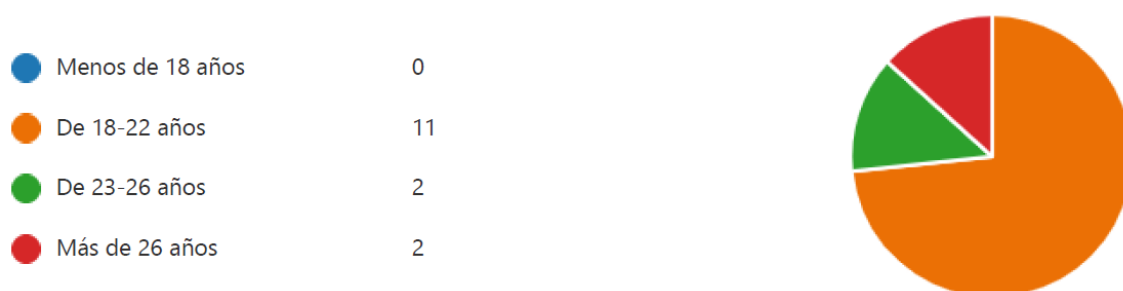
Figura 11. Género de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Según las figuras 10 y 11, del 100% de estudiantes encuestados en el curso de Fisiología, 10 eran mujeres, para un equivalente al 67%, los 5 hombres conforman el 33% restante. En el caso del curso de Fisiopatología, un 90% son mujeres (18 estudiantes) y el 10% restante hombres (2 estudiantes). Por lo tanto, se creó un perfil de la población total encuestada en ambos cursos en el que un 80% eran mujeres (29 estudiantes) y un 20% hombres (7 estudiantes).

Figura 12. Rango de edad de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021

Figura 13. Rango de edad de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



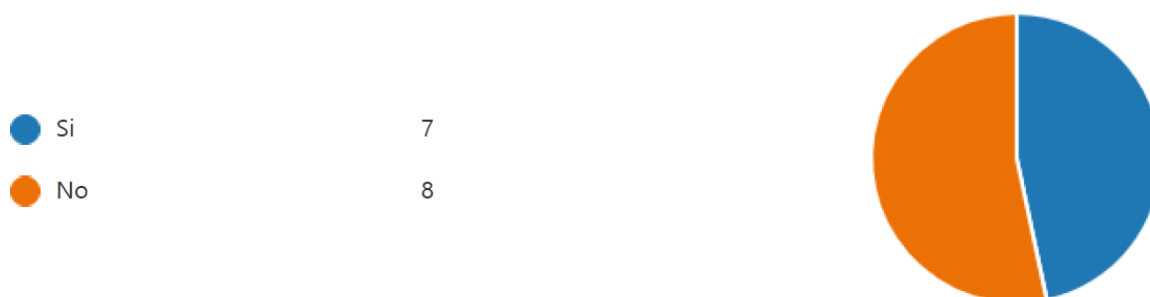
Nota: Elaboración propia, 2021.

De acuerdo con las figuras 12 y 13, para crear un perfil de evaluación de la encuesta se consultó la edad de los estudiantes: en el curso de Fisiología el 73% (11 estudiantes) pertenecían al grupo que contemplaba edades de 18-22 años, un 13% (2 estudiantes) tenían entre 23-26 años y 13% (2 estudiantes) tenían más de 26 años.

Para el curso de Fisiopatología la mayor cantidad de estudiantes (16) también se encontraba dentro del rango de edad de 18-22 años, para un 80%; en la categoría de 23-26 años había 3 estudiantes que representan un 15% y únicamente un estudiante tenía más de 26 años, lo que representa un 5%.

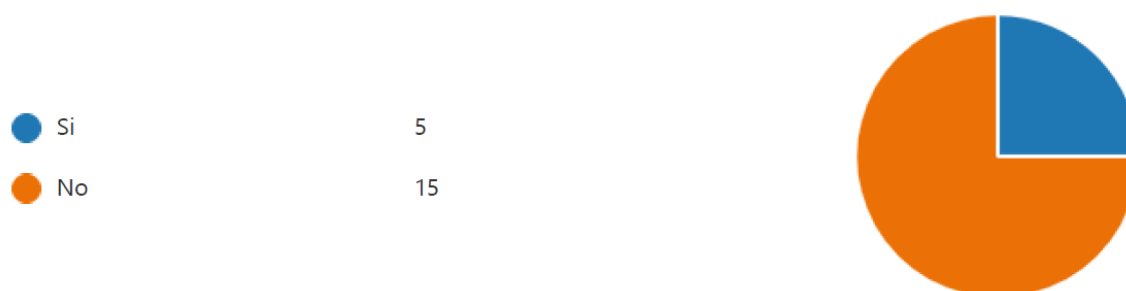
Por tanto, la mayoría de la población total encuestada en ambos cursos tenían entre 18-22 años (77%), seguido de los estudiantes con edades entre 23-26 años (14%) y 3 estudiantes eran mayores de 26 años (9%).

Figura 14. Situación laboral de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 15. Situación laboral de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Se consultó a los estudiantes si actualmente se encontraban trabajando. Esta pregunta se realizó con el fin de medir el tiempo del que disponen fuera del horario lectivo, pues este es un factor limitante en el desempeño de los estudiantes que laboran. En las figuras 14 y 15, se puede observar que 7 estudiantes del curso de Fisiología (53%) sí tienen un trabajo y 8 de ellos (47%) solo estudian.

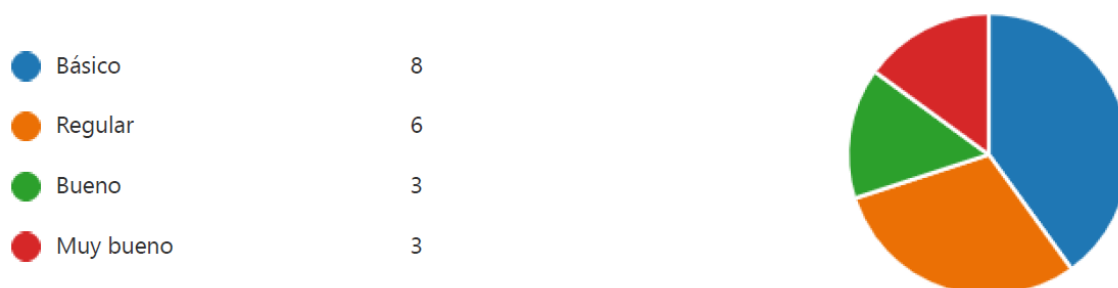
En el curso de Fisiopatología 5 estudiantes (25%) cuentan con un empleo, mientras que los 15 restantes (75%) únicamente se dedican al estudio. Un total de 34% de los estudiantes de ambos cursos encuestados trabajan y estudian y el 66% restante exclusivamente estudian.

Figura 16. Dominio del idioma inglés de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 17. Dominio del idioma inglés de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

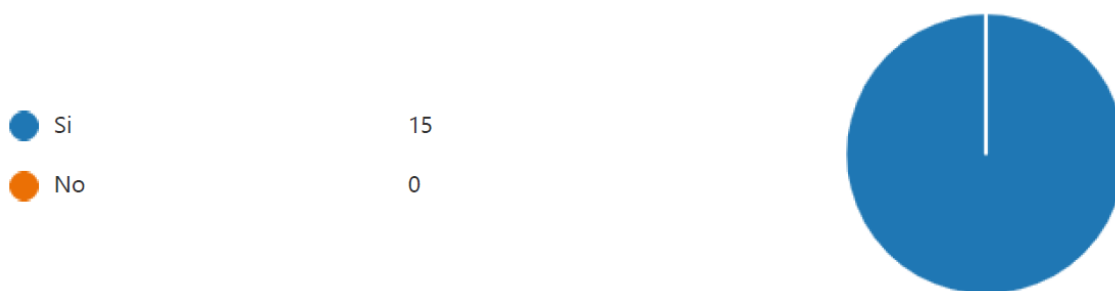
Con respecto a la interrogante sobre el dominio del inglés de cada estudiante, según las figuras 16 y 17, para el curso de Fisiología se obtuvo que 3 estudiantes (20%) tienen un dominio básico del idioma, 4 de ellos (27%) tienen un manejo regular, 5 de ellos (33%) manejan un buen inglés y 3 de ellos (20%) aseguran que su dominio del idioma es muy bueno.

Para el curso de Fisiopatología, 8 estudiantes (40%) tienen un manejo básico del idioma, 6 de ellos (30%) tienen un manejo regular, 3 de ellos (15%) consideran que su nivel de inglés es bueno y otros 3 de ellos (15%) afirman que su inglés es muy bueno.

De la población total de ambos cursos, un 31% (11 estudiantes) manejan un inglés básico, 29% (10 estudiantes) tenían un manejo regular del idioma, 23% (8 estudiantes) consideran su nivel de inglés bueno y un 17% (6 estudiantes) tenían un muy buen dominio del idioma inglés.

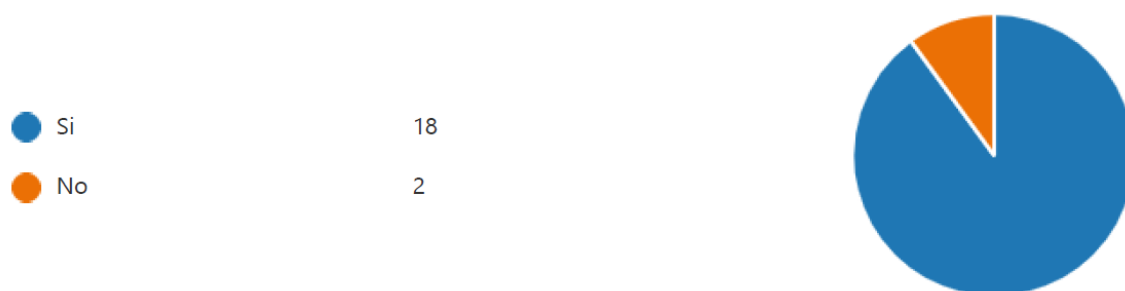
La importancia de realizar esta pregunta recaía en que el software académico PhysioEx 10.0 se encuentra a la venta únicamente en este idioma; a pesar de que cuenta con un manual en castellano, este, además de ser un poco complejo, no abarca las preguntas presentadas en los pre-test y post-test con los que cuenta la herramienta para cada experimento, lo cual presenta una dificultad para el estudiante que no domina el idioma.

Figura 18. Cantidad de veces que los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas han cursado la materia.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 19. Cantidad de veces que los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas han cursado la materia.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Tanto a los alumnos de Fisiología como a los de Fisiopatología se les consultó si esta era la primera vez que estaban cursando esta materia; según se observa en las figuras 18 y 19, el 100% de los estudiantes de Fisiología respondió que era la primera vez que llevaban el curso, mientras que en Fisiopatología 2 estudiantes (10%) se encuentran repitiendo el curso y los 18 alumnos restantes (90%) están recibiendo el curso por primera vez.

Esta pregunta se realizó con la finalidad de determinar la cantidad de estudiantes que han repetido cada uno de los cursos, para relacionar esta respuesta con los resultados de las siguientes preguntas. El motivo de esta encuesta inicial era conocer la opinión de los estudiantes en relación con el curso; parte de ello es entender el motivo por el cual algunos estudiantes repiten, por la misma razón algunas de las próximas preguntas tienen relación con el grado de satisfacción con las metodologías usadas comúnmente en el curso.

Figura 20. Cantidad de veces que los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas cursaron la materia de Fisiología.

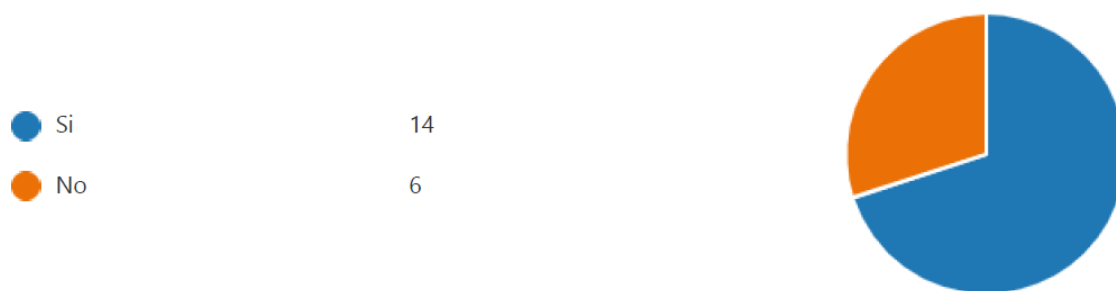


Nota: Elaboración propia, 2021.

A los estudiantes de Fisiopatología se les consultó cuántas veces debieron cursar Fisiología para aprobarla; según la figura 20 el 100% de los estudiantes respondió que solo llevaron Fisiología una vez.

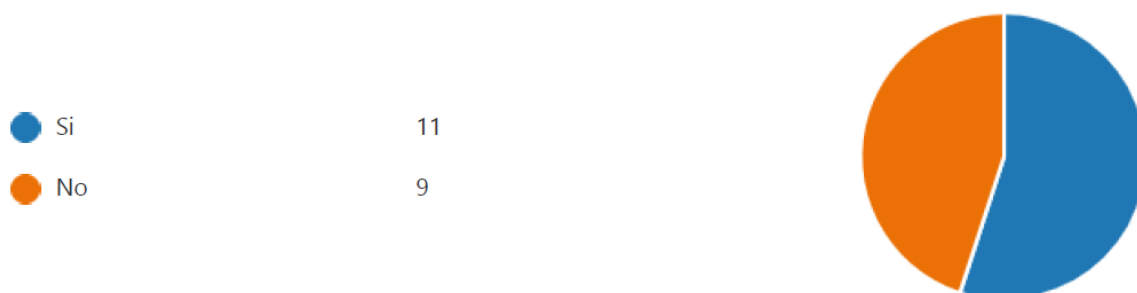
Al igual que en la pregunta anterior, con esta interrogante se buscaba conocer cuántos estudiantes debieron repetir Fisiología, con el fin de comprender, con base en las preguntas realizadas posteriormente, si existían posibles déficits en el curso que conllevaran al fracaso de los estudiantes; debe destacarse que Fisiología es un pilar fundamental en el aprendizaje de la Fisiopatología.

Figura 21. Opinión de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas acerca de las clases magistrales impartidas en el curso de Fisiología.



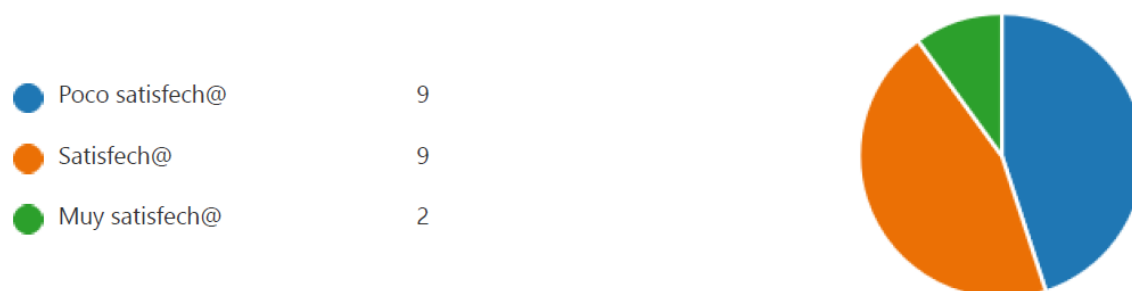
Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 22. Opinión de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas acerca de la dinámica del curso de Fisiología.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 23. Grado de satisfacción de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas acerca del balance teórico-práctico del curso de Fisiología.

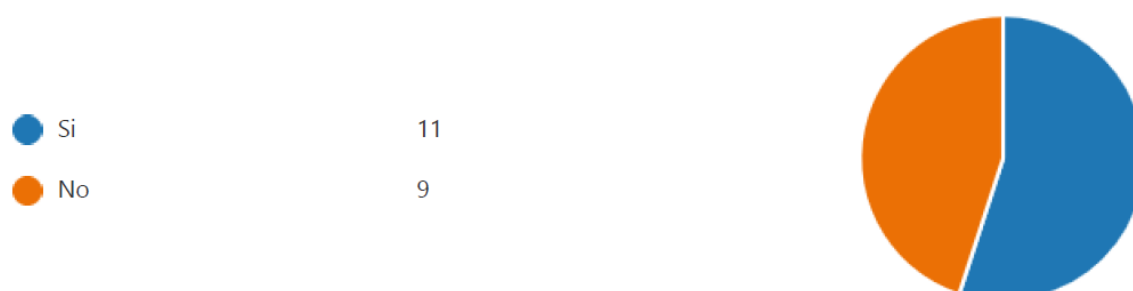


Nota: Elaboración propia, 2021.

A su vez, a los estudiantes de Fisiopatología se les hizo una serie de preguntas acerca de la experiencia en el curso de Fisiología. Se les consultó si todas las clases recibidas en el curso de Fisiología fueron magistrales (figura 21), a lo que un 70% (14 estudiantes) respondieron que sí y 30% (6 estudiantes) respondieron que no. Del mismo modo, se les consultó si consideran que la dinámica del curso de Fisiología fue interactiva (figura 22), a lo que un 55% (11 estudiantes) contestaron que sí y el restante 45% (9 estudiantes) contestaron que no.

Otra interrogante fue sobre el grado de satisfacción acerca del balance entre la teoría y la práctica del curso de Fisiología (figura 23), a lo que un 45% (9 estudiantes) respondieron que se sentían poco satisfechos, otro 45% afirma que se sentían satisfechos y únicamente 2 estudiantes (10%) aseguran haberse sentido muy satisfechos con el balance teórico-práctico de la materia.

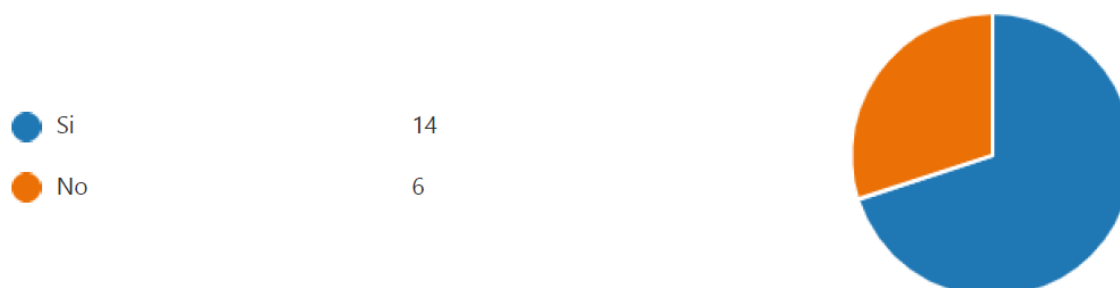
Figura 24. Utilidad de libro de Fisiología según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Acerca del libro de texto sugerido en el programa del curso de Fisiología, se les consultó a los estudiantes de Fisiopatología si este fue de utilidad. En la figura 24 se observa que 11 estudiantes (55%) respondieron que sí y los 9 restantes (45%) manifestaron que no.

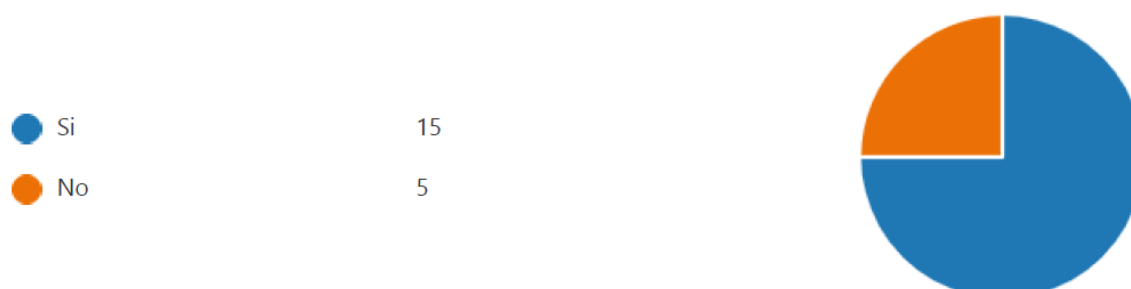
Figura 25. Opinión acerca de que tan apropiado resulta el libro de Fisiología según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

En relación con el libro de texto propuesto para el curso de Fisiología (figura 25) un 70% (14 estudiantes) de los participantes del curso Fisiopatología encuestados considera que es apropiado y el 30% restante (6 estudiantes) piensa que el contenido no es muy agradable ni claro. Se les realizan estas consultas acerca del libro de texto utilizado ya que es importante saber si únicamente el uso de esta herramienta basta para comprender la gran cantidad de conceptos enseñados en una materia como Fisiología, pues esta es la metodología tradicional de aprendizaje utilizada en el proceso de enseñanza.

Figura 26. Satisfacción por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas en relación con las metodologías de aprendizaje utilizadas en el curso de Fisiología.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Las metodologías aplicadas por el docente al impartir una clase cumplen un papel fundamental en el éxito académico de los estudiantes, por esta razón se les consultó, según su criterio, si la metodología utilizada en el curso de Fisiología fue satisfactoria (figura 26). Como respuesta se obtuvo que un 75% (15 estudiantes) se sienten satisfechos con la metodología implementada, sin embargo, un 25% (5 estudiantes) no opinan lo mismo.

Se les pidió que mencionaran una razón por la cual la metodología del curso de Fisiología no les resultó satisfactoria.

Los comentarios de los estudiantes fueron los siguientes:

- “Poco interactiva”.
- “No se fue a los laboratorios”.
- “No me pareció satisfecho, debido a que 3 profesores impartieron el curso y cada uno de ellos tenía una metodología distinta de enseñanza, por lo que era difícil entender en ciertas ocasiones. Además, muchas veces simplemente leían las diapositivas de la presentación y hubiese preferido que utilizaran otro método”.
- “Fue virtual”.
- “Me hubiera gustado más laboratorios presenciales, solo tuvimos dos y fue porque un grupo de estudiantes entre esas yo, abóganos y hablamos con el director de carrera de ese momento”.

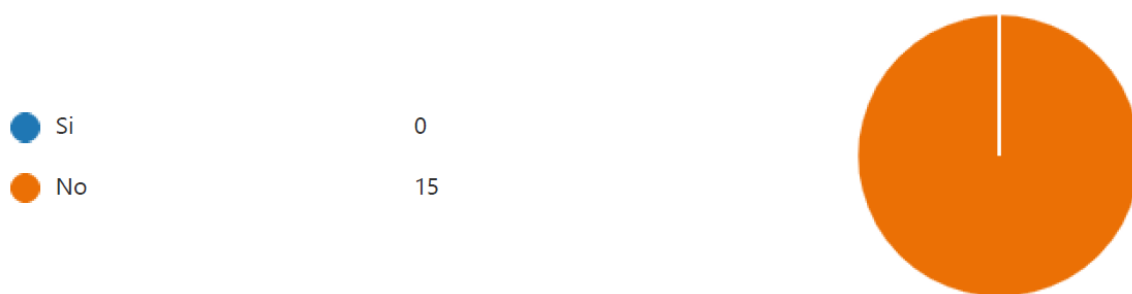
De los 5 estudiantes que expresaron no estar satisfechos con la metodología implementada en el curso, 3 de ellos concuerdan en que el recibir clases de manera virtual tiene mucho que ver con su respuesta, además, consideran que la clase debe ser más interactiva y que no debe ser impartido por tres profesores al mismo tiempo, pues esto dificulta el nivel de entendimiento a causa de que cada profesor tiene su forma de impartir la lección.

A continuación, en las figuras 27 y 28, se muestran los resultados de la siguiente interrogante, ¿Ha escuchado sobre metodologías activas de aprendizaje?, a lo que el 100% de los estudiantes de Fisiología responde que no; en el grupo de Fisiopatología 19 estudiantes, que representan un 95% de los encuestados en este curso, afirman no haber escuchado antes sobre este término; sin embargo, un 5%, equivalente a un estudiante, sí ha escuchado acerca de metodologías activas de aprendizaje.

A esta estudiante se le consultó cuáles metodologías activas conocía, a lo que respondió “Mapas Mentales, infogramas e infografías”. Esta es una de las preguntas que tiene más relevancia dentro este primer cuestionario realizado, pues la investigación está enfocada en el uso del software PhysioEx como metodología activa de aprendizaje. A pesar de que casi la

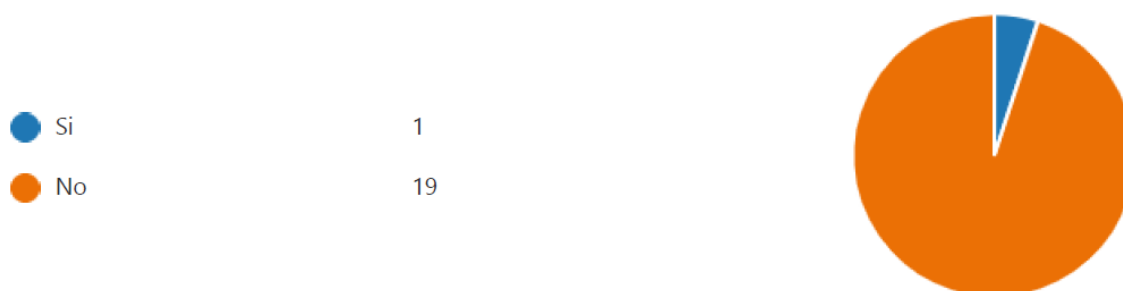
mayoría de los estudiantes alguna vez en su proceso de aprendizaje han utilizado algún tipo de metodología activa, máxime en los últimos meses en los que la educación ha tenido que dar un giro radical debido a la pandemia, sin embargo, al consultarles por el término como tal, desconocen su significado.

Figura 27. Conocimiento acerca de metodologías activas de aprendizaje por parte de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 28. Conocimiento acerca de metodologías activas de aprendizaje por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



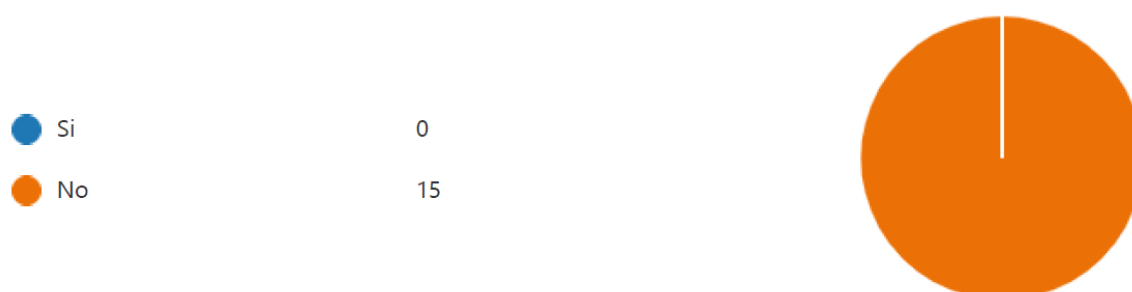
Nota: Elaboración propia, 2021.

Otro tipo de estrategia que da muchos frutos en cursos de origen biomédico, en especial si viene acompañada de otros tipos de metodologías activas y como complemento de la metodología tradicional de aprendizaje empleada, es la aplicación de casos clínicos; por este motivo se consulta a los alumnos si en el transcurso del cuatrimestre han tenido la oportunidad de desarrollar casos clínicos.

De acuerdo con las figuras 29 y 30, el 100% de los estudiantes de Fisiología responden que no, mientras que en Fisiopatología 75% (15 estudiantes) afirman que sí han desarrollado

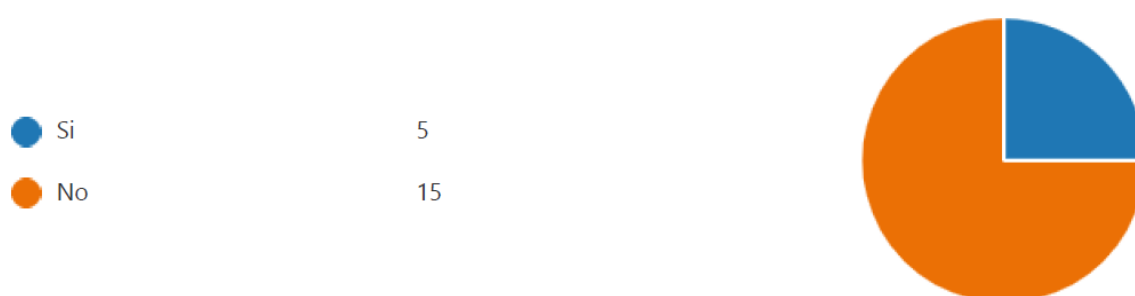
casos clínicos y el 25% restante (5 estudiantes) lo niegan. Además, al consultarles a los estudiantes del grupo de Fisiopatología si consideraban que el desarrollo de estos casos clínicos era de utilidad para el desarrollo de la clase, el 100% de ellos responde que sí.

Figura 29. Desarrollo de casos clínicos en el curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 30. Desarrollo de casos clínicos en el curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Se les consultó a los estudiantes de Fisiopatología de qué manera reforzaron la materia vista durante el curso de Fisiología; un 35% (7 estudiantes) afirmó que utilizaban información recuperada de internet; por otro lado, un 30% (6 estudiantes) reforzaban la materia estudiando entre compañeros; un 25% (5 estudiantes) observaban videos de YouTube relacionados con la materia y el 10% restante hace uso de libros para estudiar para sus evaluaciones. Se refleja que un porcentaje mayor de los participantes hace uso de técnicas más interactivas para comprender y memorizar los conceptos aprendidos en las lecciones de Fisiología (ver figura 31).

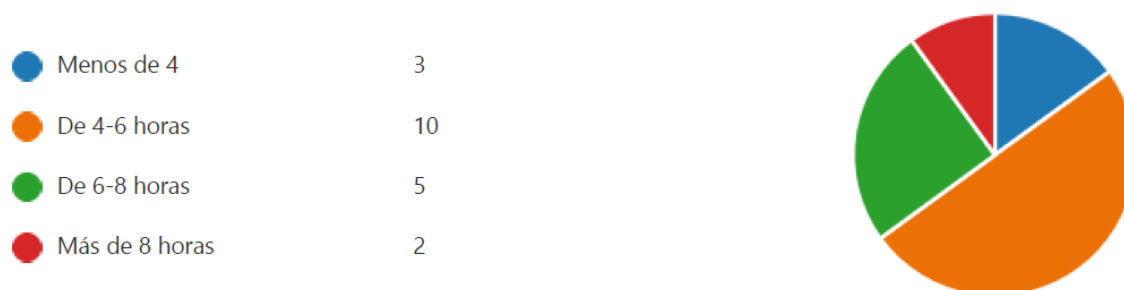
Figura 31. Técnicas de estudio aplicadas por los estudiantes de Fisiopatología para reforzar la materia vista en el curso de Fisiología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Además, se consultó a los estudiantes de Fisiopatología cuántas horas semanales extracurriculares dedicaron al curso de Fisiología; la mitad de los encuestados (50%) que corresponde a 10 estudiantes, respondió que alrededor de 4-6 horas semanales. Hubo un 25% (5 estudiantes) que señaló de 6-8 horas, 15% (3 estudiantes) invertían menos de 4 horas fuera de clase para estudiar Fisiología y por último el 10% (2 estudiantes) requerían más de 8 horas semanales para estudiar (figura 32).

Figura 32. Horas de estudio extracurricular aplicadas por los estudiantes de Fisiopatología en el curso de Fisiología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

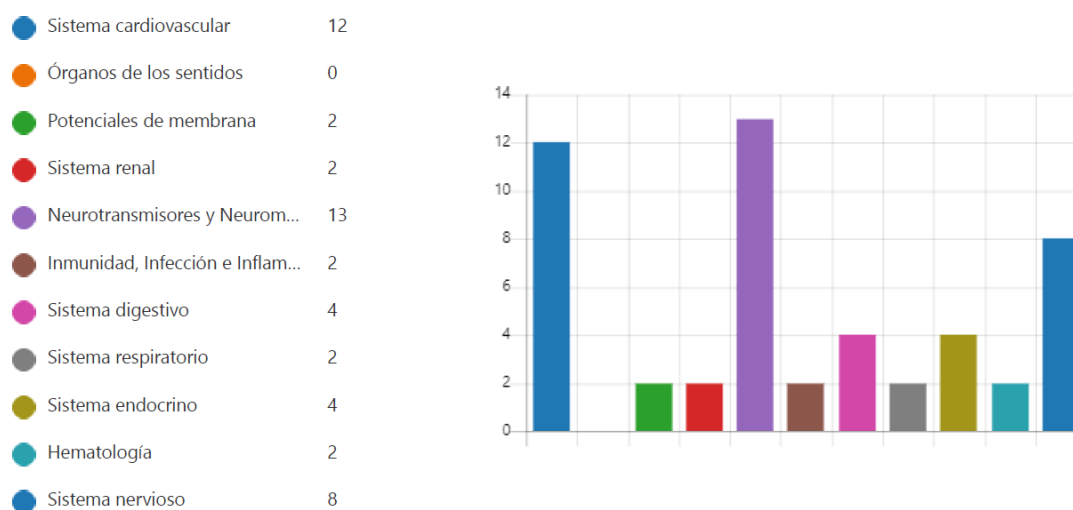


Nota: Elaboración propia, 2021.

A la interrogante de cuál contenido del curso de Fisiología les demandó más tiempo de estudio debido a su complejidad, los participantes podían escoger más de una opción y se reportan 51 votos (figura 33). Entre los temas con más votos, es decir, los que más se les

dificultan a los estudiantes, está en primer lugar el tema de neurotransmisores y neuromoduladores (13 votos), en segundo lugar, la fisiología del sistema cardiovascular (12 votos) y por último, el sistema nervioso (8 votos).

Figura 33. Grafica que representa el nivel de complejidad de cada uno de los temas del curso de Fisiología según el criterio de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

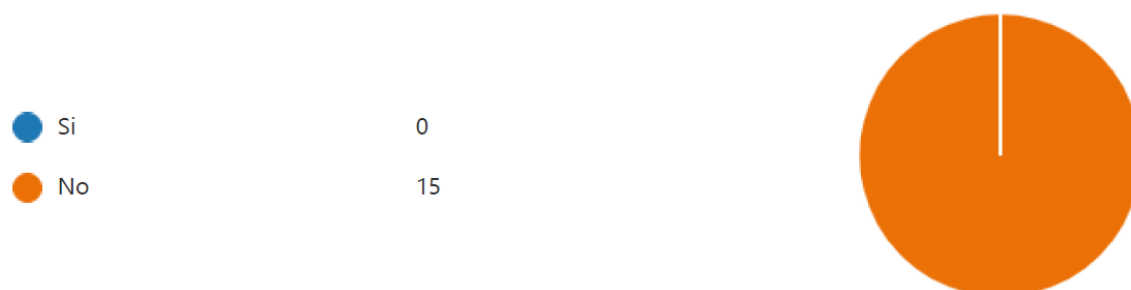


Nota: Elaboración propia, 2021.

Tanto a los estudiantes de Fisiología como de Fisiopatología, se les consultó si alguna vez habían escuchado o si tenían algún conocimiento acerca del software académico llamado PhysioEx 10.0. En las figuras 34 y 35 se observa que el 100% de los estudiantes de Fisiología afirma no haber escuchado nunca de esta herramienta y en el curso de Fisiopatología, a excepción de una estudiante, equivalente al 5% de los participantes que refiere conocer acerca de este instrumento, los otros 19 estudiantes (95%) dicen no conocer acerca del software.

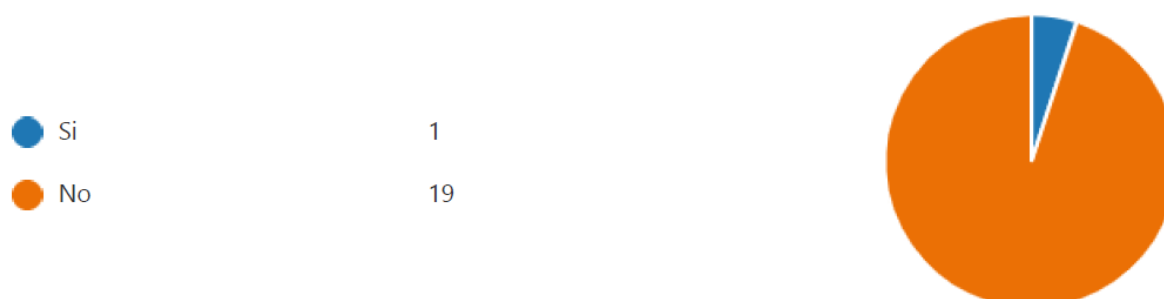
Al consultarle a la estudiante por qué medio tuvo la oportunidad de escuchar sobre el software, su respuesta aludió a una exhibición en clase a través de otra persona; además, se le preguntó si esta le parece una metodología interesante para utilizar en clase y la estudiante respondió que sí.

Figura 34. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que refieren conocer acerca del software PhysioEx 10.0.



Nota: Elaboración propia, 2021.

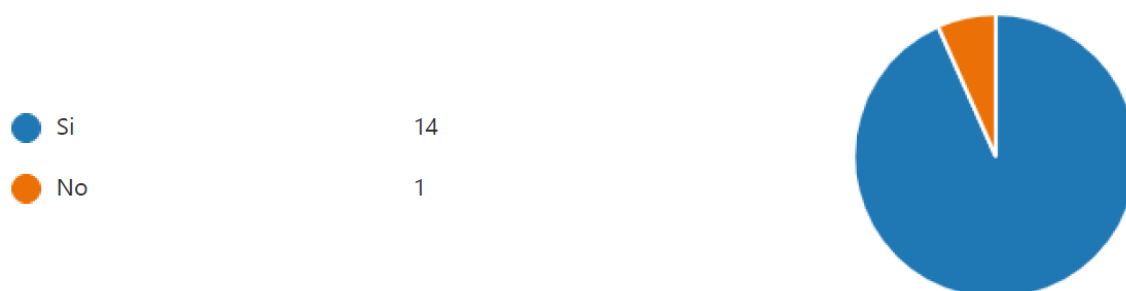
Figura 35. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que refieren conocer acerca del software PhysioEx 10.0.



Nota: Elaboración propia, 2021.

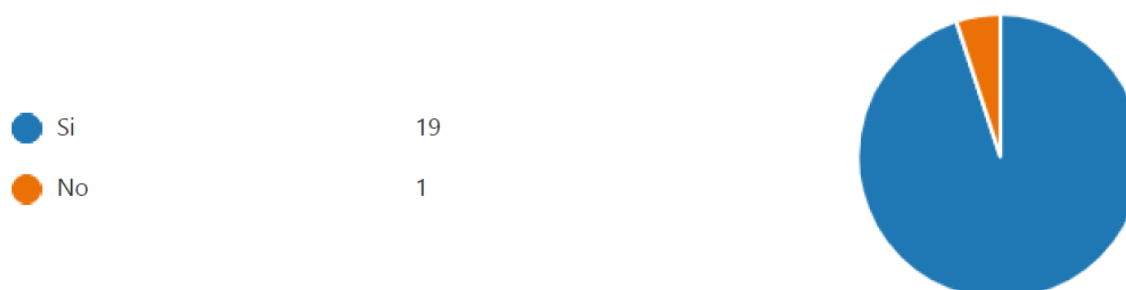
A continuación, se les preguntó a los alumnos, si les gustaría recibir una presentación acerca del software para conocer más acerca de esta herramienta (figuras 36y 37), a lo que un 93% de los estudiantes de Fisiología (14 estudiantes) respondieron que sí, mientras que uno de ellos (7%) no estaba interesado en conocer acerca del software. Con los estudiantes de Fisiopatología ocurrió la misma situación, 19 de ellos (95%) respondieron que sí y uno de ellos (5%) contestó que no. Por tanto, si hablamos de la población total de encuestados en ambos cursos, un 94% si mostraron interés por conocer sobre la herramienta, mientras que el 6% restante no mostró interés.

Figura 36. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que les interesa recibir una presentación acerca del software PhysioEx 10.0.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 37. Cantidad de estudiantes del curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas que les interesa recibir una presentación acerca del software PhysioEx 10.0.



Nota: Elaboración propia, 2021.

En cuanto a la última interrogante de este cuestionario, a los estudiantes de ambos cursos se les preguntó qué expectativas tienen con respecto al curso que estaban llevando actualmente; se les daban como opciones: que el curso sea muy práctico, que haya pocas clases magistrales, que exista una relación entre los conceptos del curso y casos reales, que exista trabajo colaborativo y otro, donde podían escoger varias opciones.

Para el curso de Fisiología (figura 38) la respuesta con más votos fue, “que exista una relación entre los conceptos del curso y casos reales” con 13 votos (50%), seguida de que “el curso sea muy práctico” con 7 votos (27%). Los estudiantes del curso de Fisiopatología (figura 39) concuerdan con los estudiantes de Fisiología, ya que las 2 opciones con más votos fueron las mismas, “que exista una relación entre los conceptos del curso y casos reales” con 17 votos (50%) y que “el curso sea muy práctico” con 10 votos (31%). Ello indica que se debe buscar

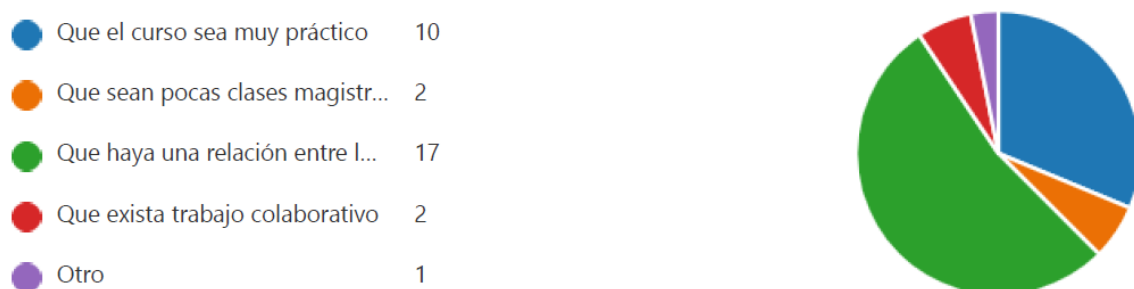
una opción más innovadora y práctica como complemento de las clases magistrales para incrementar el interés de los estudiantes hacia la materia.

Figura 38. Expectativas de los estudiantes acerca del curso de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 39. Expectativas de los estudiantes acerca del curso de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Dentro de los aspectos más importantes por destacar de esta primera encuesta, tenemos que a pesar de que los estudiantes desconocen el término *metodologías activas* cómo tal, según las respuestas obtenidas en el cuestionario, es justamente el tipo de estrategia de aprendizaje que quisieran en ambos cursos, sumándole a las clases herramientas innovadoras que contribuyan a que las lecciones sean más interactivas y prácticas.

En relación con el propósito de la investigación, el objeto de la aplicación de una segunda encuesta, luego de haber puesto en práctica con los estudiantes algunos de los ejercicios incluidos en el software PhysioEx 10.0, es recopilar y analizar el grado de

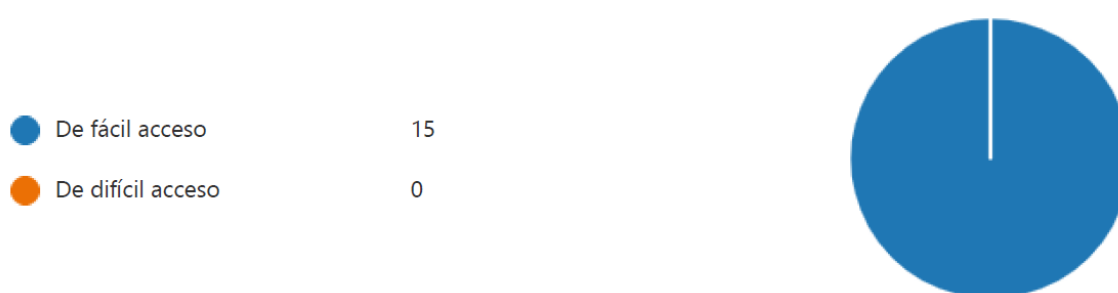
conformidad de los participantes con el uso de la herramienta, para determinar si es una metodología activa de aprendizaje viable, que puede ser tomada en cuenta para incluirse a futuro en la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Para esta segunda encuesta, de la población total conformada por 36 estudiantes, fueron encuestados 34 de ellos, 19 alumnos de Fisiopatología y 15 alumnos de Fisiología, pues el día que fue aplicado el cuestionario, en cada uno de los cursos se ausentó un estudiante. Mediante un formulario compuesto por 19 preguntas para el curso de Fisiología (Ver apéndice 1.3) y 18 preguntas enfocadas en los estudiantes del curso de Fisiopatología (Ver apéndice 1.4), se obtuvieron las respuestas que seguidamente van a ser detalladas.

Interpretación de resultados de la encuesta final

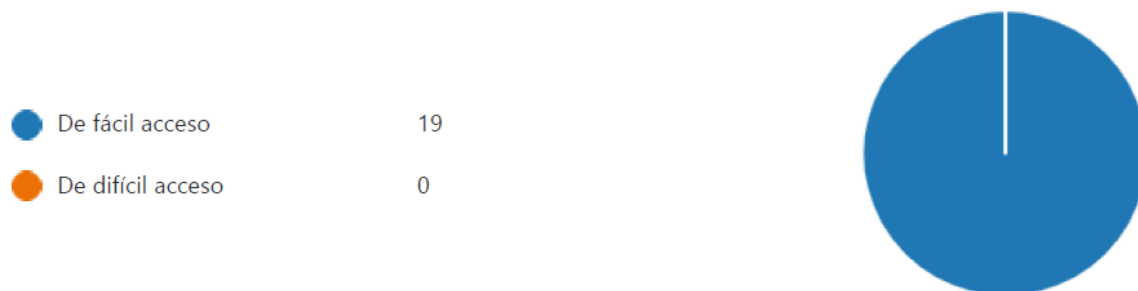
La primera pregunta de la encuesta fue en torno a qué tan eficiente le resultó el acceso a la aplicación del software. Para ello, antes de empezar la práctica se les brindó el usuario y la contraseña. En ambos cursos, el 100% de los estudiantes contestó que pudieron ingresar al software fácilmente (figuras 40, 41).

Figura 40. Acceso al software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 41. Acceso al software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

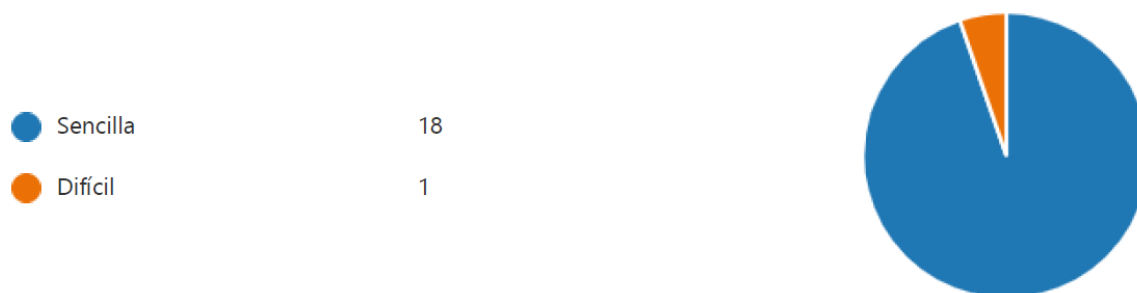
A la pregunta ¿La aplicación del software le resultó?, enfatizando en el grado de dificultad, 14 de los estudiantes de Fisiología (93%) afirmaron que les pareció sencilla y uno de ellos (7%) considera que es una herramienta difícil de usar (figura 42). En el caso del grupo de Fisiopatología, 18 estudiantes (95%), opinan que la herramienta es fácil de usar y una persona (5%), opina lo contrario (figura 43). Por lo tanto, de la totalidad de encuestados en ambos cursos, el 94% concuerdan en que es sencillo hacer uso del software.

Figura 42. Grado de dificultad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 43. Grado de dificultad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Una parte importante de la pregunta anterior, fue consultarles a los dos estudiantes a quienes la aplicación del software les pareció difícil, cuál fue la razón de su respuesta, a lo que respondieron:

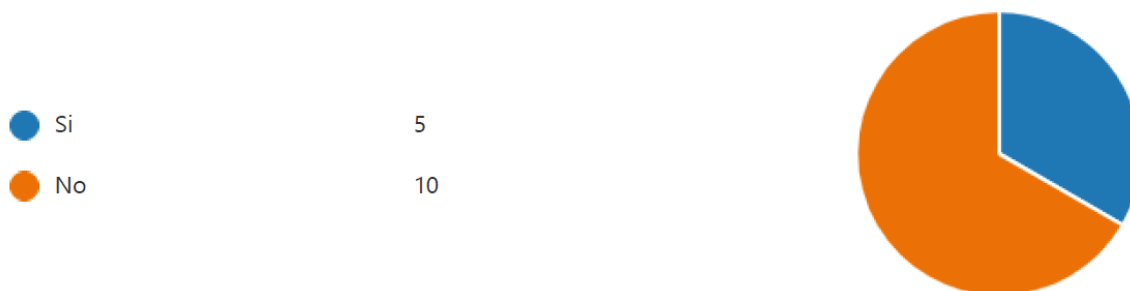
- “Por el inglés y luego que se puso en página en blanco y había que iniciar desde 0”.
- “La página se me cerró dos veces”.

Ambas respuestas están orientadas al mismo problema: el programa se encuentra únicamente en inglés; para que los estudiantes pudieran realizar las actividades sin ningún inconveniente, se les sugirió traducir la página al español utilizando su navegador de internet, ya que era de conocimiento que esta podía ser una barrera para la realización de ellas; sin embargo, al hacer la traducción, en algunas ocasiones el programa se ponía en blanco y al refrescar la página regresaba a los estudiantes al principio de la actividad. Se comprobó que si la página no se traduce, no sucede dicha complicación.

Siguiendo la misma línea y no dejando de lado la principal desventaja del software, se les consultó a los estudiantes: ¿Que el software estuviera en inglés implicó una barrera para usted? Como respuestas se obtuvo que en el curso de Fisiología un 67% (10 estudiantes) opinaban que no y un 33% (5 estudiantes) indicaban que sí era una barrera (figura 44).

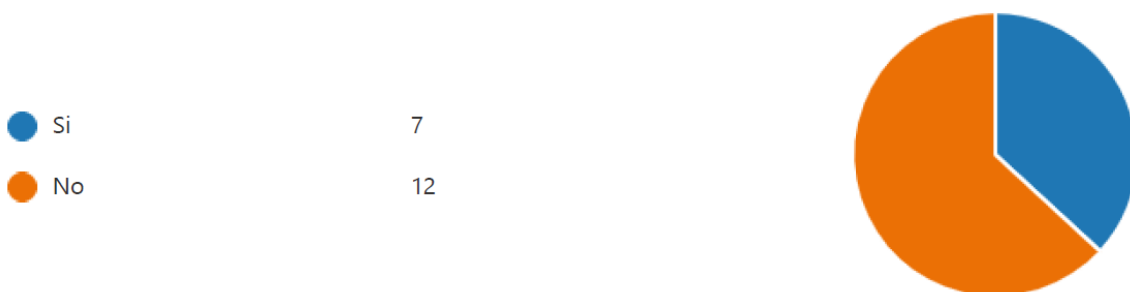
En el curso de Fisiopatología un 63% de los estudiantes (12) no tenían problema con que el software se encontrara en inglés y para un 27% (7 estudiantes) sí tenían inconveniente con el idioma de la herramienta (figura 45). Un 65% del total de los estudiantes de ambos cursos refiere que no hubo problema con que el software estuviera en idioma inglés, mientras que para el 35% restante sí fue una barrera.

Figura 44. Representa una barrera de idioma que el software PhysioEx 10.0 se encuentre en inglés según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021

Figura 45. Representa una barrera de idioma que el software PhysioEx 10.0 se encuentre en inglés según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

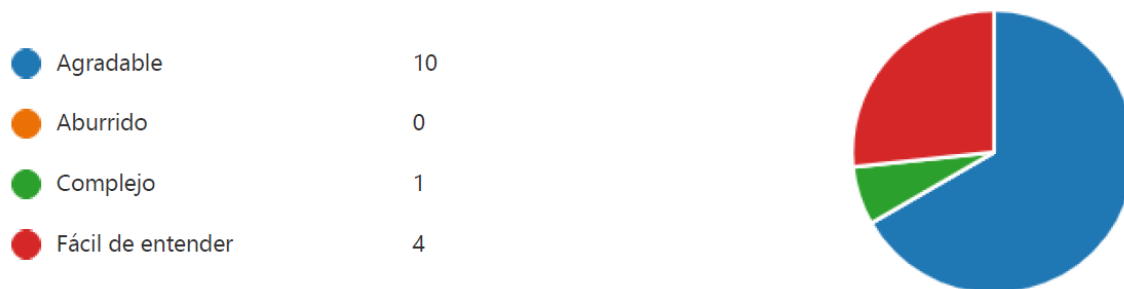


Nota: Elaboración propia, 2021

A continuación, en las figuras 46 y 47 se observan las respuestas de cómo perciben los estudiantes la interfaz del simulador. De los estudiantes de Fisiología, un 67% (10 estudiantes) opinan que es agradable; el 27% (4 estudiantes) creen que se entiende fácilmente y 7% (1 estudiante) considera que es complicado. En el curso de Fisiopatología, 17 estudiantes (89%) opinan que la interfaz es agradable y 2 estudiantes (11%) afirman que es fácil de entender.

Se puede señalar que la mayoría de los estudiantes de ambos cursos (82%) describen la forma en que se percibe el software como agradable a la vista y este cumple un papel importante en la experiencia de uso de la herramienta, pues estimula al estudiante a realizar las prácticas.

Figura 46. Interfaz del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

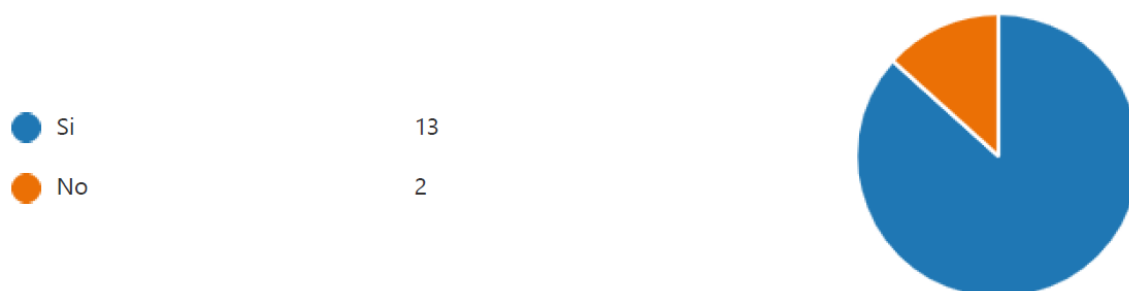
Figura 47. Interfaz del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Al realizar los experimentos del simulador, este le va proporcionando las indicaciones a los estudiantes, conforme va resolviendo la actividad, por lo que al consultarles si las instrucciones de las prácticas del software fueron claras (figuras 48,49), la mayoría de estudiantes de Fisiología (13 estudiantes que constituyen un 87%) contestan que sí y el 13% restante (2 estudiantes) consideran que las instrucciones no fueron claras. En el curso de Fisiopatología el 100% de los alumnos considera que las instrucciones eran comprensibles.

Figura 48. Comprensión de las instrucciones del software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 49. Comprensión de las instrucciones del software PhysioEx 10.0 por parte de los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

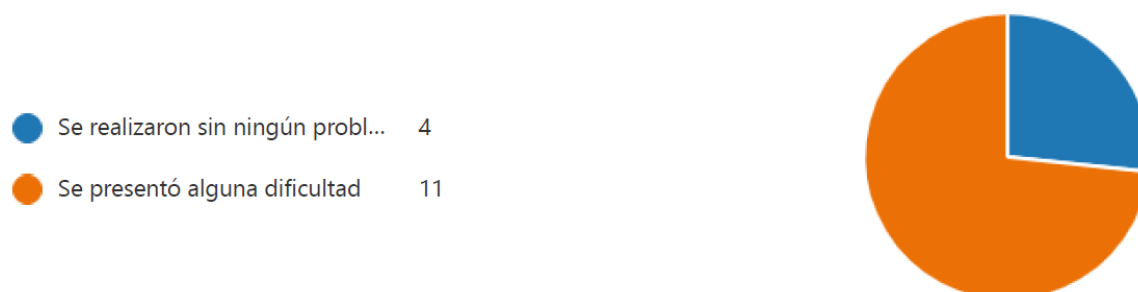
Otro punto importante consultado a los estudiantes fue si las prácticas realizadas en el software se realizaron sin ningún problema o si se presentó una dificultad. En la figura 50 se presenta una gráfica con las respuestas de los estudiantes de Fisiología, donde un 73% (11 estudiantes) aseguran haber experimentado dificultades al realizar el ejercicio y el 27% indica no haber tenido ningún problema.

Los estudiantes de Fisiopatología (figura 51) la mayoría representada por un 68% (13 estudiantes) indican no haber tenido complicaciones al momento de realizar las prácticas, sin embargo, el 32% restante (6 estudiantes) sí tuvieron problemas a la hora de la ejecución de los ejercicios.

Durante el acompañamiento que se les hizo a los estudiantes mientras hacían uso del software, efectivamente en algunas ocasiones se presentaron varios inconvenientes relacionados con la página y algunos debieron empezar el ejercicio de cero; a pesar de esto, los

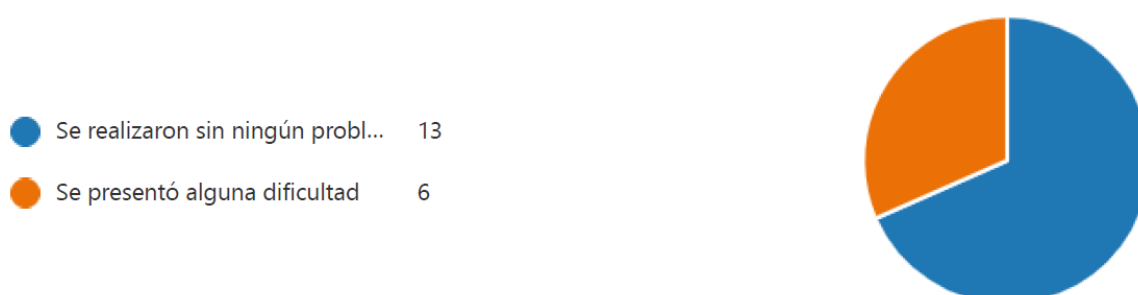
comentarios recibidos por parte de los alumnos resultaron ser positivos acerca de la herramienta.

Figura 50. Practicas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

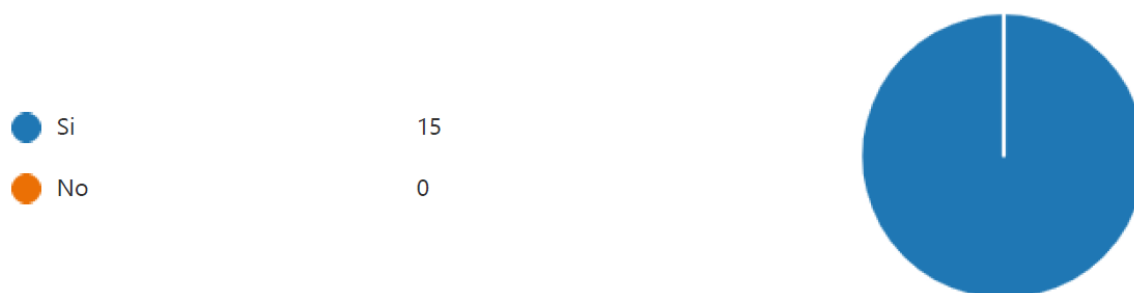
Figura 51. Practicas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Al consultar a los estudiantes de Fisiología si las 2 prácticas realizadas en el software (Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores y Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo) fueron una metodología adecuada de aprendizaje, para ambas interrogantes se obtuvo una respuesta de *sí* por el 100% de los estudiantes encuestados (figura 52); se puede evidenciar que el uso del simulador puede llegar a cumplir un papel importante en la adquisición de conocimientos y desarrollo de competencias.

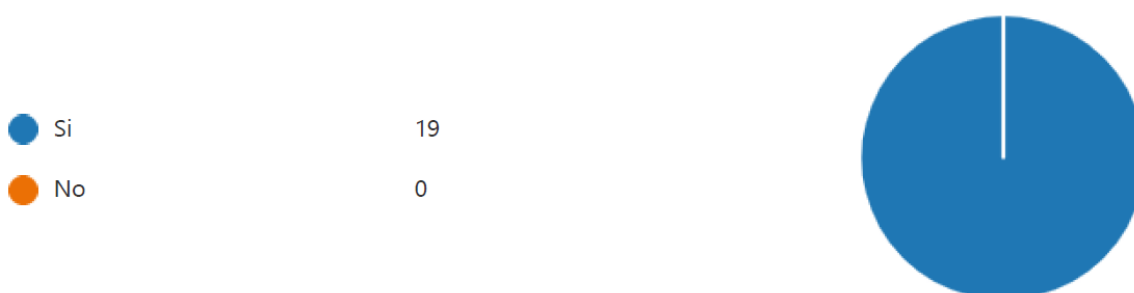
Figura 52. Interés en las practicas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Por otro lado, se les realizó la misma interrogante a los estudiantes de fisiopatología con respecto a las prácticas 1. Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas y 2. Glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus, realizadas con el programa informático. De igual manera, el 100% de estudiantes encuestados consideró que fue una metodología adecuada de aprendizaje (figura 53).

Figura 53. Interés en las practicas del software PhysioEx 10.0 realizadas con los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



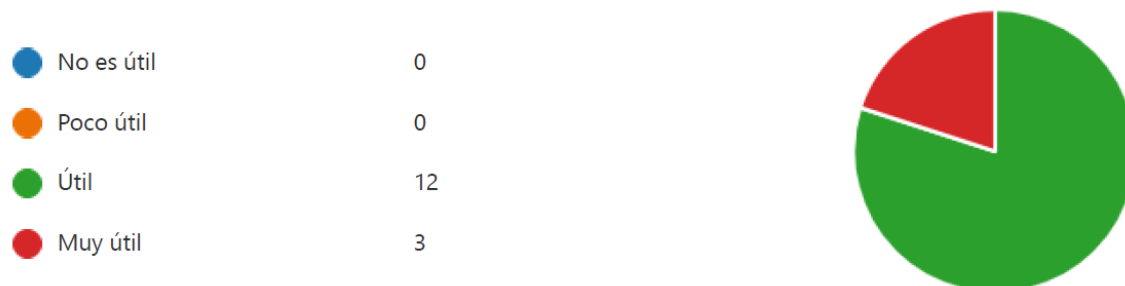
Nota: Elaboración propia, 2021.

A continuación, en las figuras 54 y 55 se pueden observar las repuestas a la pregunta: ¿Cómo considera usted la utilidad del software PhysioEx 10.0 después de haber tenido una experiencia previa? A lo que los estudiantes respondieron según las opciones brindadas y de acuerdo con el grado de utilidad de la herramienta.

De los estudiantes de Fisiología, un 80% (12 estudiantes) consideran que es útil y el 20% restante (3 estudiantes) afirman que es muy útil. De los estudiantes de Fisiopatología el

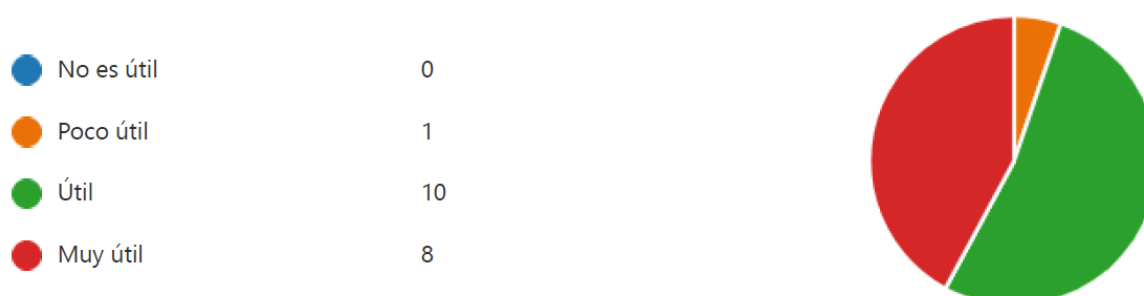
53% (10 estudiantes) describen la herramienta como útil, mientras que un 42% (8 estudiantes) consideran que es muy útil y un 5% (1 persona) no la considera útil.

Figura 54. Grado de utilidad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 55. Grado de utilidad del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



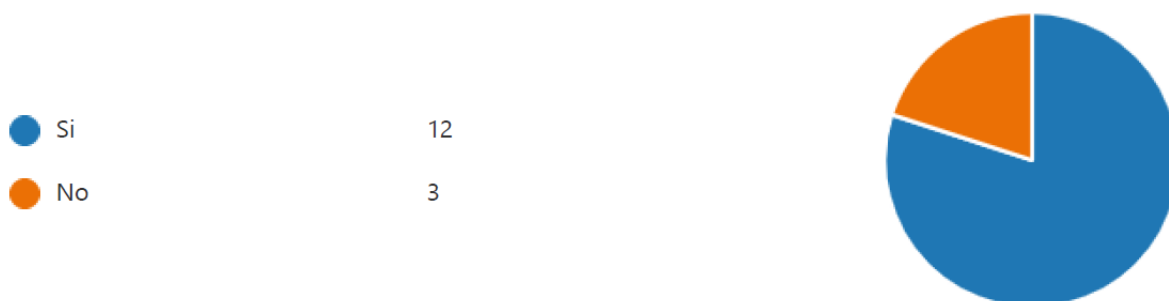
Nota: Elaboración propia, 2021.

Se le consultó a los estudiantes si consideraban adecuado el uso de un simulador como complemento de la teoría recibida en el curso; la mayoría de los estudiantes de Fisiología 80% (12 estudiantes) opinan que sí y el 20% (3 estudiantes) no consideran que el software pueda aportar como complemento de las clases magistrales (figura 56).

En el caso de los estudiantes de Fisiopatología, 18 de ellos (95%) creen que el uso del simulador sería un buen complemento a las clases habituales y 1 estudiante (5%) opina que no es adecuado como complemento de la teoría (figura 57). Por lo tanto, de la población total

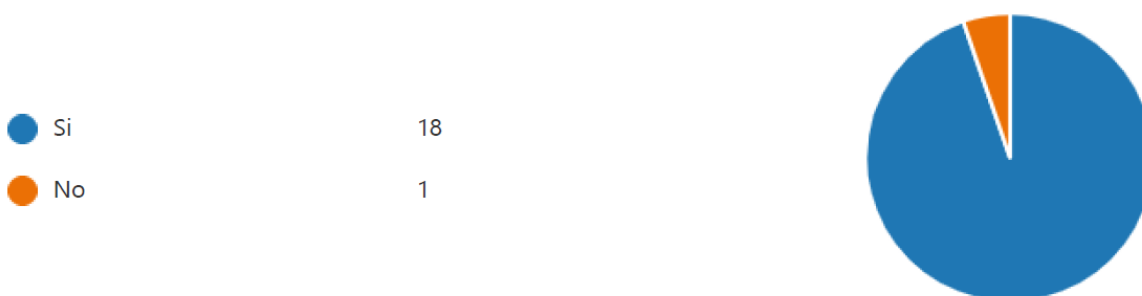
encuestada en los 2 cursos, un 88% concuerda en que es una buena opción para complementar la materia recibida en el curso.

Figura 56. Software PhysioEx 10.0 como complemento de las clases teóricas según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

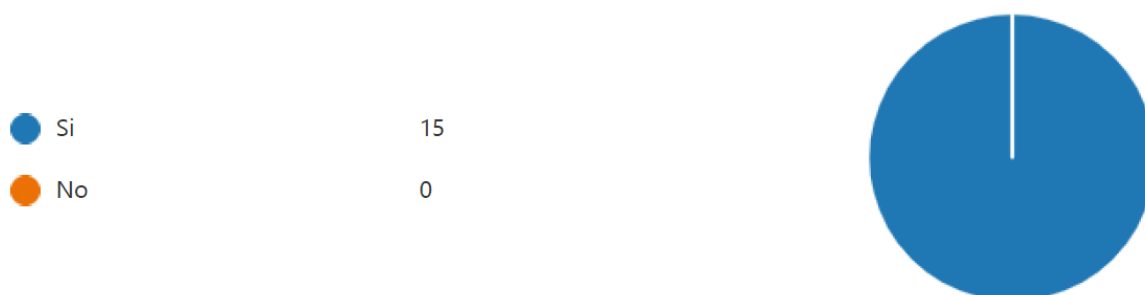
Figura 57. Software PhysioEx 10.0 como complemento de las clases teóricas según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

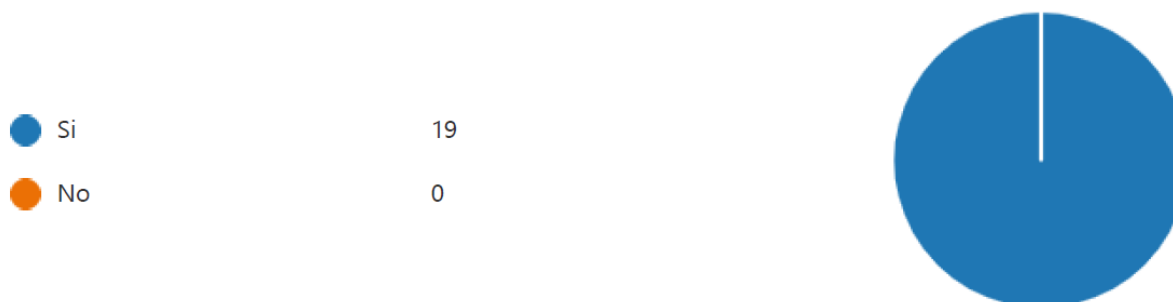
A la interrogante ¿Consideró interesante realizar prácticas de auto-aprendizaje para ayudar a reforzar conocimientos?, tanto los estudiantes de Fisiología como de Fisiopatología en su totalidad, contestaron que sí (figuras 58 y 59). Ello demuestra que el software cumple su objetivo de mejorar la comprensión de los conceptos teóricos enseñados previamente.

Figura 58. Opinión de las prácticas de auto-aprendizaje según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

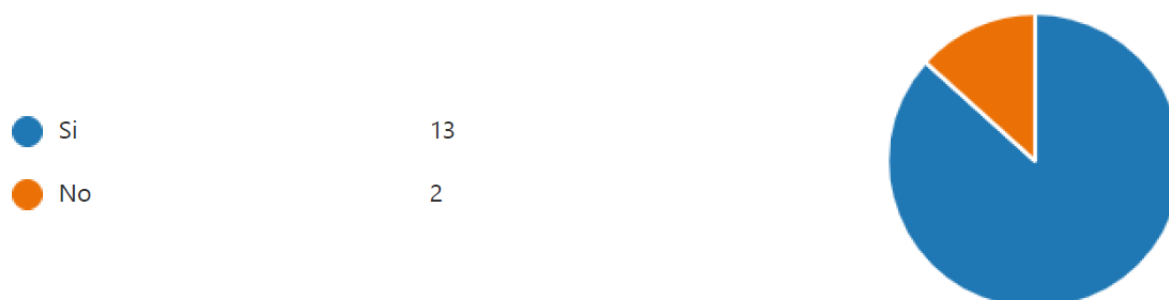
Figura 59. Opinión de las prácticas de auto-aprendizaje según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

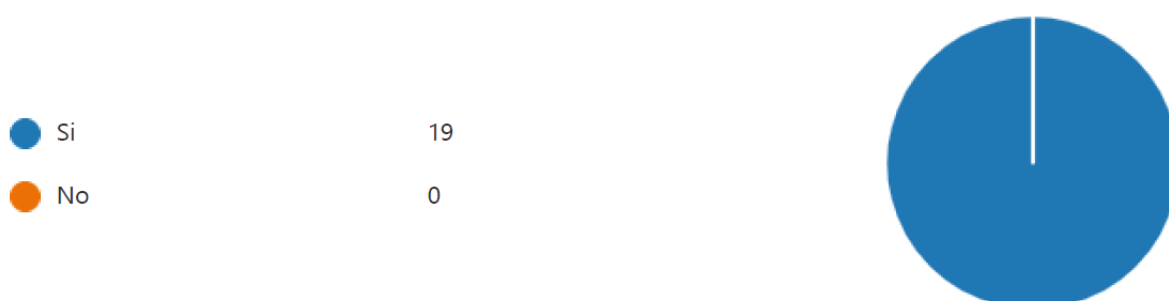
A la interrogante ¿Cumplió el software con sus expectativas? De un 100% de estudiantes encuestados en Fisiología, para un 87% (13 estudiantes) la herramienta si cumplió sus expectativas, sin embargo, para el 13% restante (2 estudiantes) no lo hizo (figura 60). E el caso del curso de Fisiopatología, para el 100% de alumnos encuestados el software cumplió sus expectativas (figura 61). De la cantidad de estudiantes encuestados en ambos cursos un 94% se mostró satisfecho con los resultados del simulador.

Figura 60. Cumplimiento de las expectativas acerca del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 61. Cumplimiento de las expectativas acerca del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

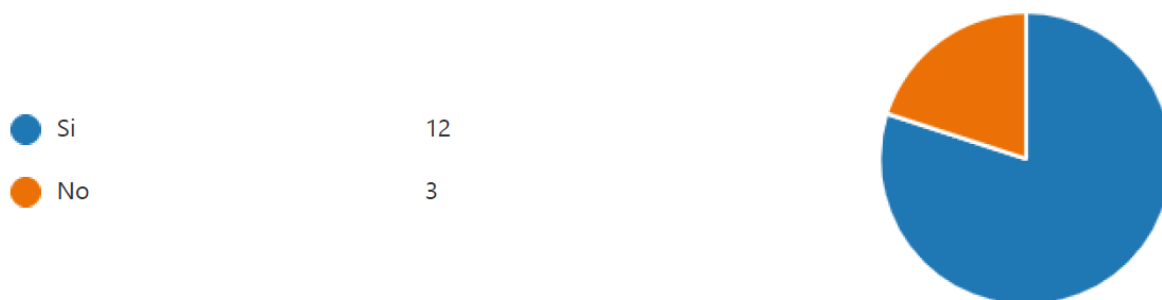


Nota: Elaboración propia, 2021.

Con el fin de detectar los fallos a nivel del software, se les indagó a los estudiantes sobre de qué manera podría mejorar su experiencia con el software. Un estudiante de Fisiopatología respondió “Me parece que es un gran aporte” y dos estudiantes de Fisiología manifestaron “Tratar de no ponerse la página en blanco” y “Mejoras en el rendimiento de la app”. Dichos comentarios aportan un gran valor a la investigación, haciendo notar cual fue el mayor inconveniente en el uso de la herramienta, punto que fue aclarado anteriormente cuando se explicó la razón por la cual la página se puso en blanco.

A los estudiantes de Fisiología se les consultó si les gustaría que la metodología también fuera utilizada en Fisiopatología (figura 62), a lo que un 80% (12 estudiantes) contestó que sí y un 20% (3 estudiantes) respondió que no.

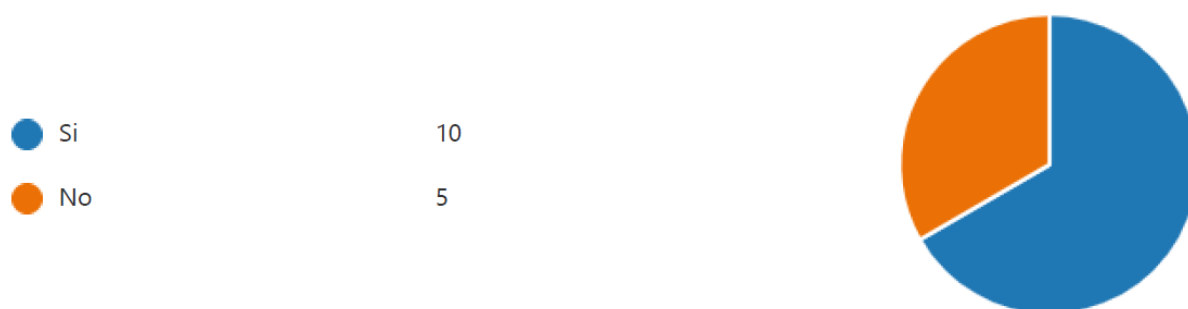
Figura 62. Opinión acerca del uso del software PhysioEx 10.0 en Fisiopatología según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

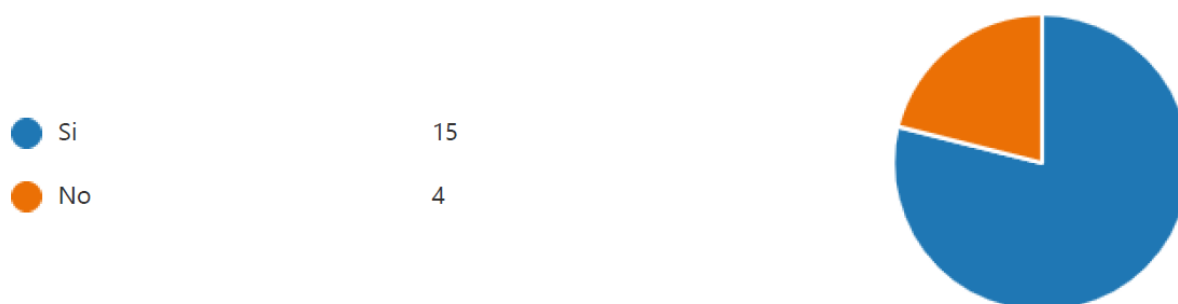
Acorde con las respuestas a muchas de las preguntas anteriores acerca de los impedimentos en torno al idioma del software, se les consultó a los estudiantes si consideran necesario un manual en español para facilitar el uso del software. En el curso de Fisiología un 67% (10 estudiantes) consideran que sí y un 33% (5 estudiantes) no lo ven necesario (figura 63). Los estudiantes de Fisiopatología en su mayoría, 79% (15 estudiantes), consideran precisa la creación de un manual en español y el 21% (4 estudiantes) no lo ven necesario (figura 64). Un 73% del total de estudiantes de ambos cursos consideran necesario el uso de un manual en español.

Figura 63. Necesidad de un manual de uso en español del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

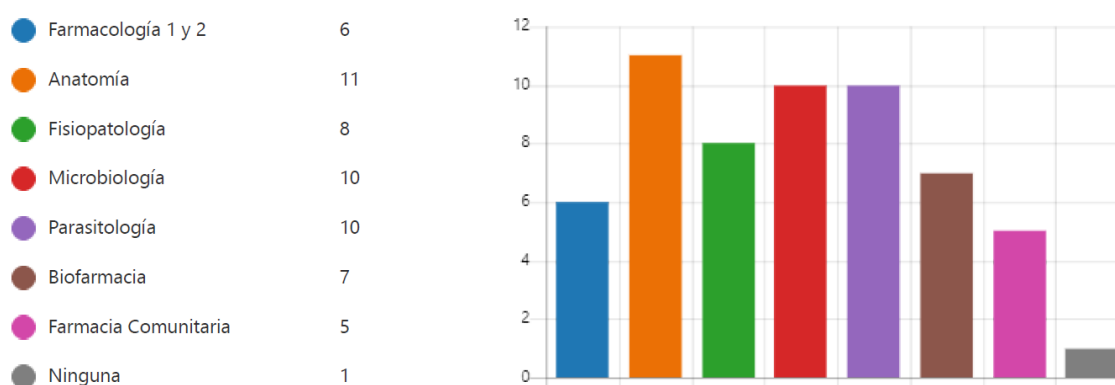
Figura 64. Necesidad de un manual de uso en español del software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

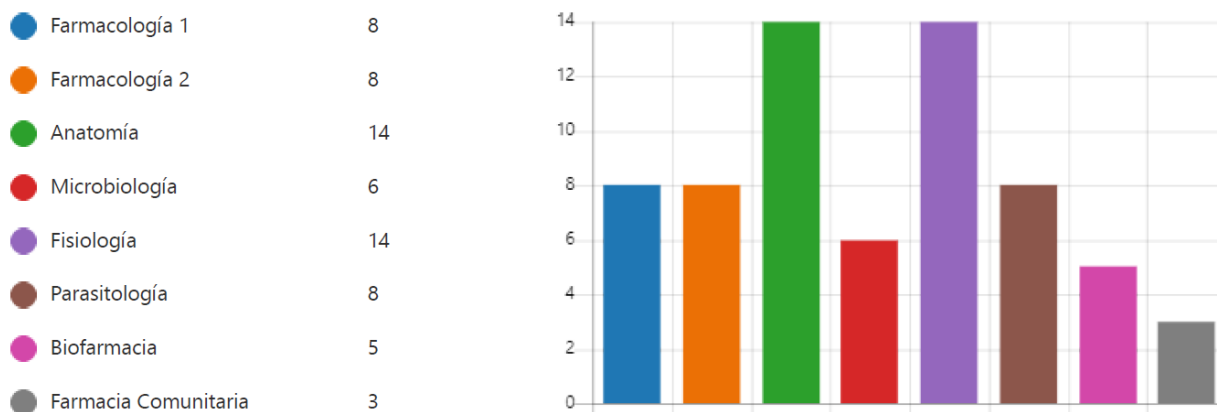
Debido a que este software tiene la versatilidad de poder utilizarse tanto en diferentes asignaturas como en diferentes carreras, se les consultó a los estudiantes acerca de en qué otra materia creen que esta herramienta puede ser de utilidad; en esta interrogante tenían la posibilidad de escoger varias opciones como respuesta. Las materias con más votos, según el criterio de los estudiantes de Fisiología fueron: Anatomía, Microbiología y Parasitología (figura 65). Por otra parte, los estudiantes de Fisiopatología consideran que la herramienta sería de utilidad en cursos como Anatomía y Fisiología las cuales son los cursos con más votos (figura 66).

Figura 65. Cursos en los que se puede utilizar el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 66. Cursos en los que se puede utilizar el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

A modo de cierre, en la última pregunta del cuestionario se les consulta a los estudiantes si les gustaría que la Universidad adquiriera este software. En Fisiología un 93% (14) de los estudiantes encuestados, respondió que sí y un 7% (1 estudiante) que no. En cuanto a los estudiantes de Fisiopatología, un 95% de ellos (18 estudiantes) considera que la Universidad debería adquirir este software y un 5% (1 estudiante) cree que no es necesario. El porcentaje total de estudiantes encuestados en ambos cursos que considera funcional la adquisición de esta herramienta corresponde a un 94%.

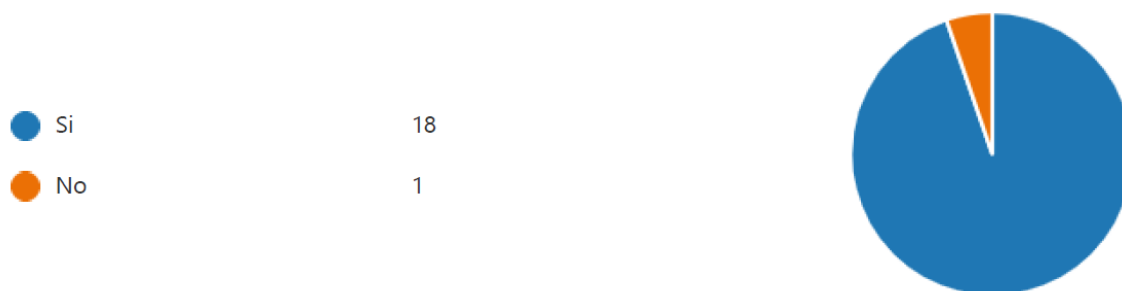
Figura 67. Opinión acerca de que la Universidad adquiriera el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Opinión	Número de Estudiantes
Si	14
No	1



Nota: Elaboración propia, 2021.

Figura 68. Opinión acerca de que la Universidad adquiriera el software PhysioEx 10.0 según los estudiantes de Fisiopatología del III cuatrimestre del año 2021 de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.



Nota: Elaboración propia, 2021.

Se establece, a grandes rasgos, que las respuestas obtenidas en esta segunda encuesta referente al uso del software PhysioEx 10.0, en su mayoría fueron positivas; además, según su análisis, se puede evidenciar que hubo un incremento significativo en el interés de los estudiantes hacia la materia, especialmente por parte de los estudiantes de Fisiopatología.

Es importante destacar que, en el momento de aplicar las prácticas en las clases virtuales, se recibió mucho apoyo de los docentes y estudiantes de ambos cursos, quienes expresaron muy buenos comentarios acerca de la herramienta, los cuales se vieron reflejados en las respuestas del cuestionario.

Desde un inicio estuvo dentro de los objetivos la creación de un manual de uso de la herramienta. Esto se reafirmó con los acontecimientos sucedidos cuando los estudiantes tuvieron la experiencia de utilizar el software para realizar las prácticas. Se tomaron en cuenta los resultados de la encuesta final de satisfacción con respecto a que el programa estuviera en inglés y muchos de los alumnos debieron recurrir a traducir la página. Tal circunstancia fue sinónimo de algunas dificultades, como por ejemplo, que debieran empezar el ejercicio de nuevo una vez que la página se puso en blanco. Como se mencionó anteriormente, esta situación no se presentó en todos los casos y no sucede si la página no es traducida, sin embargo, los puntos expuestos fundamentan la creación del manual.

Objetivo 3. Elaborar un manual digital de uso del software PhysioEx 10.0 para los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas.

Descripción de la creación del Manual de uso

A pesar de que con la compra de la licencia del simulador se brinda un manual en español, este resulta un poco complicado. A raíz de ello se deriva el tercer objetivo de la investigación, el cual consiste en la construcción de un manual de uso que abarque únicamente los ejercicios más acordes con la materia impartida en clase, con el fin de facilitar tanto a los profesores como a los estudiantes la comprensión de este instrumento, para que eventualmente se le pudiera sacar provecho. El manual creado no es igual al manual ya existente, ni se pretende sacar un provecho económico de este.

Tabla 5. Descripción de las actividades del software académico PhysioEx 10.0 que serán incluidas en el manual de uso con respecto a cada uno de los cursos que abarca la investigación

Número de ejercicio	Fisiología	Fisiopatología
1. Mecanismos de transporte celular y permeabilidad	Actividad 5: Simulación del transporte activo	_____
3: Neurofisiología de los impulsos nerviosos	Actividad 1: El potencial de la membrana en reposo Actividad 3: El potencial de acción: umbral Actividad 5: El potencial de acción: medir sus períodos refractarios absoluto y relativo Actividad 8: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores	_____
4: Fisiología del sistema endocrino	Actividad 1: Metabolismo y hormona tiroidea	Actividad 2: glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus Actividad 4: Medición de cortisol y hormona adrenocorticotrópica

5: Dinámica cardiovascular	<p>Actividad 1: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo</p> <p>Actividad 2: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo</p> <p>Actividad 3: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo</p> <p>Actividad 4: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo</p> <p>Actividad 5: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba</p>	Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas
Ejercicio 6: Fisiología cardiovascular	<p>Actividad 1: Investigación del período refractario del músculo cardíaco</p> <p>Actividad 2: Examen del efecto de la estimulación del nervio vago</p>	_____
Ejercicio 7: Mecánica del sistema respiratorio	Actividad 1: Medición de volúmenes respiratorios y cálculo de capacidades	Actividad 3: Efecto del surfactante y la presión intrapleurales sobre la respiración
Ejercicio 9: Fisiología del sistema renal	Actividad 1: El efecto del radio de la arteriola en la filtración glomerular	Actividad 3: Respuesta renal a la presión arterial alterada

	Actividad 2: El efecto de la presión sobre la filtración glomerular	
Ejercicio 10: Equilibrio ácido-base	Actividad 1: hiperventilación Actividad 2: Reinspiración Actividad 3: Respuestas renales a la acidosis respiratoria y la alcalosis respiratoria Actividad 4: Respuestas respiratorias a la acidosis metabólica y la alcalosis metabólica	_____
Ejercicio 11: Análisis de sangre	Actividad 4: Tipo de sangre	_____

Nota: Elaboración propia, 2021.

En la tabla número 6 se puede visualizar con más claridad y de manera más detallada, cuáles ejercicios del simulador, con sus respectivas actividades, fueron utilizados en la elaboración del manual de uso de la herramienta. De las 64 actividades que ofrece el software, fueron escogidas 26; 5 de ellas se ajustan más al programa de Fisiopatología y las 21 restantes fueron asignadas al curso de Fisiopatología.

No por esta razón se debe asumir que las demás prácticas no son de utilidad, sin embargo, la elección se realizó en función de la materia evaluada en el curso. Algunas de estas actividades pueden aportar más valor a otros cursos impartidos en la Universidad, tanto en la carrera de Farmacia como en la de Medicina y Odontología.

En el manual (Ver apéndice 3), además de una pequeña introducción, la traducción de las preguntas del pre test y post test de cada experimento y las instrucciones paso a paso de este, con la colaboración de un docente de ambos cursos, se desarrolló un apéndice que contiene 3 casos clínicos relacionados con el ejercicio 5, actividad 7 del software (Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas) afines al curso de Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas. El fin es que se incluyan casos clínicos en cada uno de los ejercicios y pueda continuar siendo alimentado con el pasar de los

cuatrimestres, de manera que funcione como complemento de la teoría brindada en las clases magistrales por el profesor.

En caso de que la idea de utilizar el software académico de simulación médica reciba una respuesta asertiva por parte de la Universidad, el uso del manual dentro de la institución facilitaría la puesta en práctica de la herramienta, pues simplifica el entendimiento de las instrucciones para la realización de cada actividad y a su vez, recopila únicamente los ejercicios que aportan un mayor valor académico en relación con el programa de los cursos, lo cual los vuelve menos tedioso.

Según la información analizada anteriormente, las metodologías activas de aprendizaje ayudan a desarrollar en los estudiantes habilidades profesionales que les permitirán abrirse campo a nivel laboral, una vez concluidos sus estudios.

Por esta razón, adicional a los objetivos de la investigación, se realizó una pequeña entrevista (Ver apéndice 2) a la experta curricularista de la Universidad Internacional de las Américas, para conocer su opinión acerca del uso de metodologías activas de aprendizaje, pues que dentro de sus funciones se encuentra la formación en competencias profesionales para el desarrollo de investigaciones afines al correcto funcionamiento del proceso de aprendizaje, un tema de suma importancia para la optimización de la educación actual.

En pocas palabras, la profesional indica que las metodologías activas actualmente son una alternativa excelente en la construcción del pensamiento creativo y el análisis crítico para la mejora del proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias. A su vez, comenta que la simulación como metodología activa utilizada en la Universidad Internacional de las Américas, está muy bien estructurada y que la inserción de una herramienta virtual de aprendizaje como el software PhysioEx 10.0 sería de gran provecho.

Asimismo, cataloga la idea como una “propuesta maravillosa” muy acertada, que le puede permitir al estudiante tener múltiples experiencias concernientes con su campo profesional, tomando en cuenta que si la universidad decide incorporar el software en sus carreras, se debe realizar una capacitación al personal docente para que aprenda el uso adecuado de la herramienta.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Conclusión para el objetivo específico N°1

Al comparar el programa académico de ambos cursos con el software de simulación PhysioEx 10.0, se comprobó que 26 de sus actividades se acoplan perfectamente a la materia evaluada en los cursos de Fisiopatología y Fisiopatología impartidos por la Universidad Internacional de las Américas.

Conclusión para el objetivo específico N°2

Se demostró que la experiencia con el software PhysioEx 10.0 permitió a los estudiantes de Fisiología y Fisiopatología relacionar los temas vistos en clase con las actividades puestas en práctica con la herramienta.

Por medio de las opiniones obtenidas como respuesta a las encuestas aplicadas, se concluye que los estudiantes de Fisiología y Fisiopatología de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, afirman que los cursos deben ser más prácticos e interactivos y muestran gran interés por la herramienta virtual de aprendizaje utilizada.

Conclusión para el objetivo específico N°3

A pesar de que en un 65% de los estudiantes no consideró que el software en inglés fuera un impedimento para el uso de la herramienta, un porcentaje relativamente alto aseguró tener problemas relacionados con que la aplicación se tornara en blanco; esta situación se presentó por traducir la página. A su vez, un 73% consideró necesario el uso de un manual en español; por ello, se concluye que es de gran beneficio la creación de un manual donde se contemplen únicamente las actividades puestas a prueba.

Se comprobó que el uso del software PhysioEx 10.0, como metodología activa de aprendizaje, es de gran utilidad, pues permite que los estudiantes de cursos como Fisiología y Fisiopatología pongan a prueba sus conocimientos, comprendan con mayor facilidad los conceptos de la materia y desarrollen competencias profesionales que colaboren con su proceso de formación académica y su futura inserción en el mundo laboral.

Recomendaciones

A la Universidad Internacional de las Américas

Se le recomienda a la institución valorar la adquisición del software PhysioEx 10.0 como metodología activa de enseñanza, tanto en la carrera de Farmacia, como en Medicina y Odontología; esto, con el fin de que los estudiantes tengan una herramienta más a su alcance, les resulte útil como complemento de las clases magistrales y les ayude a fortalecer las habilidades y competencias obtenidas durante el desarrollo de su proceso de aprendizaje.

A la Dirección de carrera de Farmacia, se le recomienda mantener a su cuerpo de trabajo docente en actualización constante en materia de innovación académica e implementación de estrategias de aprendizaje y así aumente el interés de los estudiantes por las materias que cursan.

En caso de que el uso del software tenga un visto bueno por parte de la Universidad, se recomienda al cuerpo docente encargado de impartir cursos como Fisiología, Fisiopatología y demás asignaturas adaptables a los temas incluidos en la herramienta, capacitarse acerca del programa virtual, para orientar a los estudiantes en cuanto a la forma correcta de uso; a la vez, en la investigación se plantea la idea de alimentar el apéndice del manual de uso formulado.

A los estudiantes de Farmacia

Se les recomienda desarrollar proyectos de investigación dirigidos a mejorar las técnicas de aprendizaje usadas actualmente, con el fin de que, con el pasar del tiempo, se vayan observando cambios positivos en la enseñanza académica, los cuales representen una mejora continua en la educación superior de nuestro país.

De igual forma, es necesario incorporar en nuestro día a día el uso del idioma inglés, pues los estudios más importantes y los avances a nivel tecnológico, con respecto a las carreras relacionadas con ciencias de la salud, en su mayoría se encuentran en este idioma.

A los futuros investigadores

Como primera recomendación, está implementar el manual de uso del software PhysioEx 10.0, presentado en esta investigación, en un futuro trabajo, para validar su funcionamiento y comprobar si en realidad este facilita la experiencia que brinda la herramienta.

Seguidamente, si llegara a implementarse el software, se recomienda un seguimiento del impacto de su uso a largo plazo, para contar con resultados más visibles que certifiquen la calidad de la herramienta.

Asimismo, se recomienda realizar un estudio comparativo de los ejercicios presentes en el software, los cuales pueden ser incluidos en los programas académicos de otros cursos impartidos por la Escuela de Farmacia, la Escuela de Medicina y la Escuela de Odontología de

la Universidad Internacional de las Américas, para de esta manera sacar el máximo provecho de las prácticas incluidas en el simulador virtual.

Al Colegio de Farmacéuticos de Costa Rica

Dar seguimiento a los procesos de enseñanza de las universidades que imparten la carrera de Farmacia, para asegurarse de que el futuro profesional se gradúe habiendo adquirido las competencias necesarias para desempeñarse de la mejor forma en un ámbito laboral. A la vez, se aconseja llevar a cabo seminarios de metodologías de innovación académica y proyectos de investigación que incluyan estrategias interactivas de enseñanza.

A los creadores del software

A pesar de que la herramienta cumple con su objetivo y está comprobado que en muchas instituciones ha aportado grandes avances a nivel educativo, se les recomienda que el software tenga una versión en español, para que su alcance sea mayor y facilite el uso a los estudiantes que no poseen una formación robusta o no dominan al cien por ciento el idioma inglés.

REFERENCIAS

- Altamirano, J. E. (2019). *La simulación clínica: Un aporte para la enseñanza y aprendizaje en el área de obstetricia*. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 167-187. <https://doi.org/10.15359/ree.23-2.9>
- Álvarez, D. J., Sáez, F. M., & López, Y. (2020). *Revisión sistemática del aprendizaje autorregulado en estudiantes de ciencias de la salud*. *Educación Médica Superior*, 34(4), Article 4. <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2136>
- Aranguren, L. A. (2018). *El desarrollo del pensamiento crítico por medio del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima 2017*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/3826>
- Arias, F., Cordero, E., Lizano, C., & Ortiz, A. (2015). *Análisis de los estilos de aprendizaje de estudiantes de primer y último año de la carrera de Licenciatura en Farmacia en la Universidad de Costa Rica, 2011*. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, vol.8(15), pp.175-200. <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/82769>
- Arpí, C., Àvila, P., Baraldés, M., Benito, H., Gutiérrez, M. J., Orts, M., Rigall, R., & Rostán, C. (2012). *El ABP: Origen, modelos y técnicas afines*. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/8680>
- Badilla, B., Montero, N., Mora, A. I., Quesada, Y., Castro, G., Monge, M. (2018). *Contribución al desarrollo de la educación farmacéutica costarricense: Perfil Académico Profesional de la persona farmacéutica asistencial*. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(3), 544-574. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i3.34421>
- Brenes, M., & Fernández, J. (2021). *Aportes de la Simulación Clínica en el Desarrollo de Competencias para la Atención Farmacéutica Oncológica*. *PRO VERITATEM*, 7(7), Article 7. <https://revistas.uia.ac.cr/index.php/proveritatem/article/view/136>
- Buitrago, A. C. F. (2017). *Aprendizaje En Equipo: Una Apuesta Para El Programa Tecnología De Regencia En Farmacia*. *REDIIS / Revista de Investigación e Innovación en Salud*, 1. <http://186.113.6.49/index.php/rediis/article/view/1230>
- Burgo, L. S. del, & Ochoa, G. P. (2018). *Aplicación de metodologías activas para aprender a gestionar la oficina de farmacia. Una experiencia en el aula*. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 9, 281-296. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/2311>

- Bustos, J. (2015). *Aprendizaje basado en problemas y simulación clínica: Aprendiendo por competencias en la educación en salud*. Revista Hispanoamericana de Ciencias de la Salud, 1(2), 117-120. <http://uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/59>
- Casal, M. del C. (2016). *La simulación como metodología para el aprendizaje de habilidades no técnicas en Enfermería*. <https://roderic.uv.es/handle/10550/54430>
- Cerrillo, S. R. (2019). *Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual*. Innovación Educativa, 19, 20.
- Chamalé, W. (2011). *Diseño de un manual organizacional para un laboratorio de productos naturales*. Recuperado de: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAIES60.pdf>
- Cruz, R. (2015). *Uso de un e-portafolio de recursos de aprendizaje como alternativa didáctica para la enseñanza de la anatomía y fisiología humana: Una propuesta para los programas de salud que imparte el INA*. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/10554>
- Delgado, B. (2017). *Enseñanza de la Fisiopatología Cardiopulmonar Aplicada*. <http://repositorio2.udelas.ac.pa/handle/123456789/306>
- Fonseca, A. (2021). *El uso de las TIC como recursos pedagógicos-metodológicos en el proceso de formación del estudiantado universitario del siglo XXI*. Revista Ensayos Pedagógicos, 13-33. <https://doi.org/10.15359/rep.esp-21.1>
- García, O. E., Gil, J., & Vélez, Y. (2018). *Métodos novedosos de enseñanza en farmacología: Eficacia en el aprendizaje en estudiantes de enfermería, medicina y odontología. Artículo de revisión*. [Thesis]. <http://192.168.4.56/handle/11254/917>
- García, Z. G. (2019). *Hábitos de estudio y rendimiento académico*. Boletín Redipe, 8(10), 75-88. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7528325>
- Giro, R., Pincioli, F., & Simón, L. (2017, noviembre 10). *Educación en línea utilizando simuladores de realidad virtual*.
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. México: Red Tercer Milenio S.C.
- González, E. (2016). *La metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia educativa en las prácticas de farmacología y de farmacología*. Edunovatic 2016. I Congreso Virtual internacional de Educación, Innovación y TIC: del 14 al 16 de diciembre de 2016. Libro de actas, 2016, ISBN 978-84-617-7628-3, págs. 28-39, 28-39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5792695>
- Guede, J. M. L. (2015). *Experiencia docente mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas*. Ikastorratza, e-Revista de didáctica, 14, 5. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5287223>

- Guevara, R. (2014). *El papel formativo del laboratorio en la enseñanza de las ciencias fisiológicas*. Gaceta Médica de México., 4.
- Gutiérrez, M., & Martínez, M. (2021). *Aplicación de Simulación Clínica en Cuidados Paliativos en Adulto Mayor para el Desarrollo de un Modelo de Seguimiento Farmacoterapéutico*. PRO VERITATEM, 7(7), <https://revistas.uia.ac.cr/index.php/proveritatem/article/view/137>
- Guo, J., Li, L., Bu, H., Feng, M., Yang, Y., Zhang, Y., Liu, F., Liu, Q., Li, X., & Jiao, X. (2020). *Effect of hybrid teaching incorporating problem-based learning on student performance in pathophysiology*. Journal of International Medical Research, 48(8), 0300060520949402. <https://doi.org/10.1177/0300060520949402>
- Gutiérrez, M. del C. V., Peraza, P. F. Á., Méndez, M. del R. L., & Ramírez, M. de J. G. (2020). *Estilos de aprendizaje Vak y Honey—Alonso de los estudiantes de químico farmacéutico biólogo de la Universidad Autónoma de Campeche, generación 2017*. Revista Boletín Redipe, 9(2), 132-139. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i2.915>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGrawHill.
- Hernández, H. L., & Ramos, D. de J. (2016). *Desarrollo de una herramienta de simulación para mejorar las prácticas en el programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/18>
- Hidalgo, B. G., Mayacela, Á. G., & Hidalgo, I. M. (2017). *Estrategias didácticas para potenciar el aprendizaje de Farmacología clínica*. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 16(3), 439-453. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1729-519X2017000300014&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Huapaya, O., & Eduardo, A. (2019). *Estilos de aprendizaje VAK y logros educativos en comunicación en estudiantes del CEBA Augusto B. Leguía—Puente Piedra, 2018*. Universidad César Vallejo. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3002164>
- Iglesias, J. (2002). *Perspectivas*, vol. XXXII, n° 3, septiembre 2002. 17.
- Khumsikiew, J., Donsamak, S., & Saeteaw, M. (2015). *A Model of Small-Group Problem-Based Learning in Pharmacy Education: Teaching in the Clinical Environment*. IAFOR Journal of Education, 3(2), 95-108. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1100638>

- Limberger, J. B. (2013). *Metodologías activas de ensino-aprendizagem para educação farmacêutica: Um relato de experiência*. Interface - Comunicação, Saúde, Educação, 17, 969-975. <https://doi.org/10.1590/1807-57622013.3683>
- Lizano, C., Arias, F., Cordero, E., & Ortiz, A. (2015). *Relación entre estilo de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de farmacia de la Universidad de Costa Rica*. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, Año 9 (2), pp. 49-63. <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/73721>
- López, M. E., García, A., Rivera, L., Prieto, D., Benedito, S., Hernández, M. V., Recio, M. P., Climent, B., Agís, Á., Raposo, R., Contreras, C., Sánchez, A. A., Hernández, M., Rodríguez, C., Muñoz, M., Perales, M., Puente, F. J., Bragado, M. (2020). *Impacto de la implementación del aprendizaje basado en problemas en combinación con las prácticas de laboratorio clínico y virtual de Fisiopatología para el desarrollo de competencias profesionales* [Info:eu-repo/semantics/pimcd]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/61283/>
- López, M. E. (2019). *Implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la enseñanza práctica de la fisiología del sistema digestivo* [Info:eu-repo/semantics/pimcd]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/55942/>
- Lugo, C. S. J. (2014). *Propiedades psicométricas del Cuestionario Honey - Alonso de estilos de aprendizaje (CHAEA) en una muestra mexicana*. Revista de Estilos de Aprendizaje, 7(13), Article 13. <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/view/1011>
- Mancilla, P. N. B., Backes, V. M. S., & Canever, B. P. (2020). *Estilos de aprendizaje: preferencia de los estudiantes de enfermería de la Universidad de Magallanes, Chile. Texto & Contexto - Enfermagem*, 29. <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2019-0265>
- Maranto, M. & González, M. (2015). *Fuentes de Información*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>
- Medeiros, C., Bandeira, C. M., Dos Santos, M. J., & Tadeu, P. (2019). *Propuestas de metodologías activas utilizando tecnologías digitales y herramientas metacognitivas para auxiliar en el proceso de enseñanza y aprendizaje. PROPOSALS OF ACTIVE METHODOLOGIES USING DIGITAL TECHNOLOGIES AND METACOGNITIVE TOOLS TO AUXILIATE THE TEACHING AND LEARNING PROCESS.*, 40, 205-221.

- <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=142970944&lang=es&site=ehost-live>
- Meza, A. (2013). *Estrategias de aprendizaje. Definiciones, clasificaciones e instrumentos de medición. Propósitos y Representaciones*, 1(2), 193-212. <https://doi.org/10.20511/pyr2013.v1n2.48>
- Mora, M. C. G., Martínez, J. J. B., & González, J. P. C. (2015). *Caracterización de estilos de aprendizaje y canales de percepción de estudiantes universitarios*. 20.
- Morales, S. V., & Macas, Á. A. M. (2017). *Análisis del rendimiento académico en la Cátedra de Fisiología y Fisiopatología usando como herramienta el aula virtual. 3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 6(3), 43-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6253715>
- Moya R, P., Ruz A, M., Parraguez L, E., Carreño E, V., Rodríguez C, A. M., & Froes M, P. (2017). *Efectividad de la simulación en la educación médica desde la perspectiva de seguridad de pacientes*. *Revista médica de Chile*, 145(4), 514-526. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872017000400012>
- Ortiz, E., & Ortiz, E. (2019). *El aprendizaje basado en problemas como experiencia de innovación y mejora docente universitaria*. *Perfiles educativos*, 41(164), 208-213. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.164.59223>
- Pérez, A. (2019). *Análisis del impacto de metodologías activas en la educación superior* [Ph.D. Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://www.tdx.cat/handle/10803/667822>
- Pérez, A., Gómez, M., Gómez, J., Cárceles, Pérez, M., & Gómez, J. (2011). *Relación entre la aplicación de metodologías docentes activas y el aprendizaje del estudiante universitario*. *Bordón. Revista de pedagogía*, 63(2), 27-40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3657074>
- Pérez, M. (2017). *Uso actual de las tecnologías de información y comunicación en la educación médica*. *Revista Medica Herediana*, 28(4), 258-265. <https://doi.org/10.20453/rmh.v28i4.3227>
- Ramírez, K. (2017). *Interfaz y experiencia de usuario: parámetros importantes para un diseño efectivo*. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(5), 49. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i5.3223>
- Rodamilans, M., Gómez, J., Barenys, M., Llobet, J. M., Pubill, D., Quirante, J. (2018). *Actividades de integración de conocimientos en el Grado de Farmacia. Aplicación en la asignatura de toxicología*. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 59(2), 99-107. <https://doi.org/10.30827/ars.v59i2.7381>

- Rodríguez, M. M. C., Miranda, P. G., Sánchez, O. C., & Cueto, C. M. V. (2011). *Incorporación de casos clínicos para la mejora de la enseñanza de Fisiopatología*. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 38, 27-36.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4061030>
- Sáenz, D., & Sánchez, J. (2020). *Enseñanza de farmacología a los futuros médicos mediante simulación clínica*. *Acta Médica Costarricense*, 62(3), 156-157.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0001-60022020000300156&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Sánchez, A. A. (2017, junio 28). *Aprendizaje basado en problemas (ABP) mediante simulación en la enseñanza práctica de la Fisiopatología del sistema nervioso* [Info:eu-repo/semantics/pimcd]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/43590/>
- Sobre SINAES*. (2021). Recuperado 12 de junio de 2021, de <https://www.sinaes.ac.cr/>
- Teevan, C. J., Li, M., & Schlesselman, L. S. (2011). Index of Learning Styles in a U.S. School of Pharmacy. *Pharmacy Practice*, 9(2), 82-87.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3969830/>
- Van Horn, E. R., Hyde, Y. M., Tesh, A. S., & Kautz, D. D. (2014). *Teaching Pathophysiology: Strategies to Enliven the Traditional Lecture*. *Nurse Educator*, 39(1), 34-37.
<https://doi.org/10.1097/01.NNE.0000437364.19090.be>
- Vera, O. (2015). *Aprendizaje de la farmacología basada en problemas*. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 56(1), 56-64.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1652-67762015000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Zao, P., Stabler, T., Smith, L., Lokuta, A. & Griff, E. (2012). “*Simulaciones de laboratorio de Fisiología*” *PhysioEx 9.0*. Pearson. ISBN: 032185572
- Zúñiga, F. A., Suazo, S. C., Tapia, C. A., Ramos, O. S., Burgos, A. S., Montes, L. H., & Ormazábal, V. A. (2017). *Utilización de aprendizaje basado en equipos, como metodología activa de enseñanza de farmacología para estudiantes de Enfermería. The use of equipment-based learning as an active methodology teaching for pharmacology to Nursing students.*, 31(1), 78-88.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=124665477&lang=es&site=ehost-live>

APÉNDICE

APÉNDICE 1. INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Encuesta inicial realizada a los estudiantes de Fisiología



Metodologías activas de aprendizaje, encuesta dirigida a estudiantes de Fisiología.

Buenas, mi nombre es Silvia Hernández Amador, estudiante de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, en este momento me encuentro realizando mi trabajo final de graduación para el cual requiero de su colaboración contestando la siguiente encuesta, la misma está enfocada en la utilización de metodologías activas de aprendizaje y por medio de esta se desea recolectar información relacionada con su opinión acerca del curso de Fisiología, con el fin de cumplir con los objetivos de mi trabajo, que consiste en analizar el uso del software académico PhysioEx 10.0 como metodología activa en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la Universidad. La encuesta no le tomará más de 10 minutos y las respuestas obtenidas son de carácter confidencial y serán únicamente utilizadas para cumplir con el propósito de esta investigación.

¡Gracias por su apoyo!

* Obligatorio

1. Género*

- Femenino
- Masculino
- Otro

2. Rango de edad*

- Menos de 18 años
- De 18-22 años
- De 23-26 años
- Más de 26 años

3. ¿Actualmente está usted trabajando? *

- Sí
- No

4. Según su criterio su dominio del inglés es*

- Básico
- Regular
- Bueno
- Muy bueno

5. ¿Es la primera vez que cursa esta materia? *

- Sí
- No

6. El número de veces que la ha repetido es: *

- Una vez
- Dos veces
- Más de dos veces

7. ¿Ha escuchado sobre metodologías activas de aprendizaje? *

- Sí
- No

8. Mencione una metodología activa que conozca*

9. ¿En el transcurso del cuatrimestre ha tenido la oportunidad de desarrollar casos clínicos en el curso? *

- Sí
- No

10. ¿Considera que el desarrollo de casos clínicos puede ser de utilidad para el curso de fisiología? *

- Sí
- No

11. ¿Ha escuchado acerca del software académico llamado PhysioEx 10.0? *

- Sí
- No

12. ¿Por qué medio tuvo la oportunidad de escuchar sobre el software? *

- Otros compañeros
- Internet
- El profesor lo presentó en clase
- Una exhibición en clase a través de otra persona
- Otro

13. ¿Le pareció una metodología interesante para utilizar en clase? *

- Sí
- No

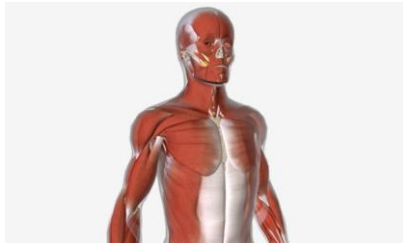
14. ¿Le gustaría recibir una presentación acerca del software para conocer más acerca de esta herramienta? *

- Sí
- No

15. ¿Qué expectativas tiene con respecto al curso de Fisiología? *

- Que el curso sea muy práctico
- Que haya pocas clases magistrales
- Que exista una relación entre los conceptos y casos reales
- Que se aplique el trabajo colaborativo
- Otro

1.2. Encuesta inicial realizada a los estudiantes de Fisiopatología



Metodologías activas de aprendizaje, encuesta dirigida a estudiantes de Fisiopatología.

Buenas, mi nombre es Silvia Hernández Amador, estudiante de la carrera de Farmacia de la Universidad Internacional de las Américas, en este momento me encuentro realizando mi trabajo final de graduación para el cual requiero de su colaboración contestando la siguiente encuesta, la misma está enfocada en la utilización de metodologías activas de aprendizaje y por medio de esta se desea recolectar información relacionada con su opinión acerca del curso de Fisiología y su repercusión en el curso de Fisiopatología, con el fin de cumplir con los objetivos de mi trabajo, que consiste en analizar el uso del software académico PhysioEx 10.0 como metodología activa en los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la Universidad. La encuesta no le tomará más de 10 minutos y las respuestas obtenidas son de carácter confidencial y serán únicamente utilizadas para cumplir con el propósito de esta investigación.

¡Gracias por su apoyo!

* Obligatorio

1. Género*

- Femenino
- Masculino
- Otro

2. Rango de edad*

- Menos de 18 años
- De 18-22 años
- De 23-26 años
- Más de 26 años

3. ¿Actualmente está usted trabajando? *

- Sí
- No

4. Según su criterio su dominio del inglés es*

- Básico
- Regular
- Bueno
- Muy bueno

5. ¿Es la primera vez que cursa Fisiopatología? *

- Sí
- No

6. El número de veces que la ha repetido Fisiopatología es*

- Una vez
- Dos veces
- Más de dos veces

7. ¿Cuántas veces tuvo que cursar **fisiología** para aprobarla? *

- Una vez
- Dos veces
- Tres veces
- Más de tres veces

8. Considera usted que el haber repetido el curso de fisiología se debió a: *

- Falta de tiempo
- Desinterés
- Falta de motivación
- Metodología de la clase
- Otro

9. ¿Con respecto al curso de **fisiología**, todas las clases que recibió fueron magistrales? *

- Sí
- No

10. ¿Considera que la dinámica del curso de **fisiología** fue interactiva? *

- Sí
- No

11. Según su criterio ¿Cuál fue su grado de satisfacción acerca del balance entre la teoría y la práctica del curso de **fisiología**? *

- Poco satisfech@
- Satisfech@
- Muy satisfech@

12. ¿El libro de texto sugerido en el programa del curso de **fisiología** fue útil? *

- Sí
- No

13. ¿Considera que el libro de texto propuesto es apropiado (amigable, claro)? *

- Sí
- No

14. ¿Según su criterio la metodología utilizada en el curso de **fisiología** fue satisfactoria? *

- Sí
- No

15. Mencione una razón por la cual la metodología del curso de **fisiología** no le resultó satisfactoria. *

16. ¿Ha escuchado sobre metodologías activas de aprendizaje? *

- Sí
- No

17. Mencione un tipo de metodología activa que haya escuchado*

18. ¿Durante el curso de **fisiología** de qué manera reforzó usted la materia vista en clase? *

- Libros
- Vídeos de Youtube
- Información de internet
- Entre compañeros
- Otro

19. ¿Cuántas horas semanales extra cree usted que le demandó el curso de **fisiología**? *

- Menos de 4
- De 4-6 horas
- De 6-8 horas
- Más de 8 horas

20. ¿Con respecto al contenido del curso de **fisiología**, cuáles temas le demandaron más tiempo de estudio debido a su complejidad? Puede marcar varias opciones. *

- Sistema cardiovascular
- Órganos de los sentidos
- Potenciales de membrana
- Sistema renal
- Neurotransmisores y Neuromodulares
- Inmunidad, Infección e Inflamación
- Sistema digestivo
- Sistema respiratorio

- Sistema endocrino
- Hematología
- Sistema nervioso

21. ¿Durante el curso de **fisiología** tuvo la oportunidad de desarrollar casos clínicos? *

- Sí
- No

22. ¿Considera que fue de utilidad para el desarrollo del curso de **fisiología** la realización de casos clínicos? *

- Sí
- No

23. ¿Ha escuchado acerca del software académico llamado PhysioEx 10.0? *

- Sí
- No

24. ¿Por qué medio tuvo la oportunidad de escuchar sobre el software? *

- Otros compañeros
- Internet
- El profesor lo presentó en clase
- Una exhibición en clase a través de otra persona
- Otro

25. ¿Le pareció una metodología interesante para utilizar en clase? *

- Sí
- No

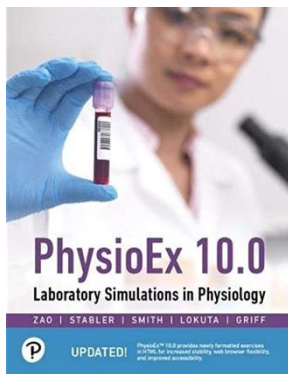
26. ¿Le gustaría recibir una presentación acerca del software para conocer más acerca de esta herramienta? *

- Sí
- No

27. ¿Qué expectativas tiene con respecto al curso de Fisiopatología? *

- Que el curso sea muy práctico
- Que sean pocas clases magistrales
- Que haya una relación entre los conceptos del curso y casos reales
- Que exista trabajo colaborativo
- Otro

1.3. Encuesta final realizada a los estudiantes de Fisiología



Encuesta para estudiantes de Fisiología acerca del software PhysioEx 10.0

El objetivo de esta segunda encuesta es recopilar sus respuestas para analizar su grado de conformidad con el uso del software PhysioEx 10.0 aplicado en sesiones anteriores, con el fin de cumplir con los objetivos de mi trabajo Final de Graduación, cabe destacar que sus opiniones son muy valiosas y son de carácter confidencial estas serán utilizadas únicamente con el propósito de la investigación, de antemano se les agradece su colaboración.

1. ¿El acceso a la aplicación del software le resultó?

- De difícil acceso
- De fácil acceso

2. Mencione la razón por la que se le dificultó acceder al software

3. ¿La aplicación del software le resultó?

- Sencilla
- Difícil

4. Mencione la razón por la que le pareció difícil utilizar el software

5. ¿Qué el software estuviera en inglés implicó una barrera para usted?

- Sí
- No

6. ¿Cómo calificaría la interfaz del simulador?

- Agradable Aburrido
- Complejo
- Fácil de entender

7. ¿Las instrucciones de las prácticas del software fueron claras?

- Sí
- No

8. Para el desarrollo de las prácticas estas...

- Se realizaron sin ningún problema
- Se presentó alguna dificultad

9. ¿Considera usted que la práctica transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores realizada con el programa fue una metodología adecuada?

- Sí
- No

10. ¿Considera usted que la práctica estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo realizada con el programa fue una metodología adecuada?

- Sí
- No

11. ¿Cómo considera usted la utilidad del software PhysioEx 10.0 después de haber tenido una experiencia previa?

- No es útil
- Poco útil
- Útil
- Muy útil

12. ¿Considera adecuado el uso de un simulador como complemento de la teoría recibida en el curso?

- Sí
- No

13. ¿Consideró interesante realizar prácticas de auto-aprendizaje para ayudar a reforzar conocimientos?

- Sí
- No

14. ¿Cumplió el software con sus expectativas?

- Sí
- No

15. ¿Tiene algún comentario acerca de cómo podría mejorar su experiencia con el software?

--

16. ¿Le gustaría que la metodología también sea utilizada en fisiopatología?

- Sí
- No

17. ¿Considera usted necesario un manual en español para facilitar el uso del software?

- Sí
- No

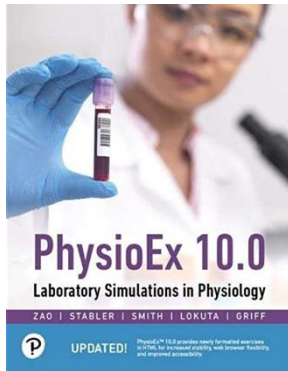
18. ¿En qué otra materia cree que esta herramienta puede ser de utilidad?

- Farmacología 1 y 2
- Anatomía
- Fisiopatología
- Microbiología
- Parasitología
- Biofarmacia
- Farmacia Comunitaria
- Ninguna

19. ¿Le gustaría que la universidad adquiriera este software para uso de los estudiantes?

- Sí
- No

1.4. Encuesta final realizada a los estudiantes de Fisiopatología



Encuesta para estudiantes de Fisiología acerca del software PhysioEx 10.0

El objetivo de esta segunda encuesta es recopilar sus respuestas para analizar su grado de conformidad con el uso del software PhysioEx 10.0 aplicado en sesiones anteriores, con el fin de cumplir con los objetivos de mi trabajo Final de Graduación, cabe destacar que sus opiniones son muy valiosas y son de carácter confidencial estas serán utilizadas únicamente con el propósito de la investigación, de antemano se les agradece su colaboración.

1. ¿El acceso a la aplicación del software le resultó?
 - De fácil acceso
 - De difícil acceso
2. Mencione la razón por la que le fue difícil acceder al software

3. ¿La aplicación del software le resultó?
 - Sencilla
 - Difícil
4. Mencione la razón por la que le pareció difícil utilizar el software

5. ¿Qué el software se encontrará en inglés implicó una barrera para usted?
 - Sí
 - No
6. ¿Cómo calificaría la interfaz del simulador?
 - Agradable
 - Aburrida
 - Compleja
 - Fácil de entender

7. ¿Las instrucciones de las prácticas del software fueron claras?
- Sí
 - No
8. Para el desarrollo de las prácticas estas
- Se realizaron sin ningún problema
 - Se presentó alguna dificultad
9. ¿Considera usted que la práctica compensación en condiciones cardiovasculares patológicas realizada con el programa fue una metodología adecuada?
- Sí
 - No
10. ¿Considera usted que la práctica glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus realizada con el programa fue una metodología adecuada?
- Sí
 - No
11. ¿Cómo considera usted la utilidad del software PhysioEx 10.0 después de haber tenido una experiencia previa?
- No es útil
 - Poco útil
 - Útil
 - Muy útil
12. ¿Considera adecuado el uso de un simulador como complemento de la teoría recibida en el curso?
- Sí
 - No
13. ¿Consideró interesante realizar prácticas de auto-aprendizaje para ayudar a reforzar conocimientos?
- Sí
 - No
14. ¿Cumplió el software con sus expectativas?
- Sí
 - No
15. ¿Tiene algún comentario acerca de cómo podría mejorar su experiencia con el software?

16. ¿Considera usted necesario un manual en español para facilitar el uso del software?
- Sí
 - No

17. ¿En qué otra materia cree que esta herramienta puede ser de utilidad?

- Farmacología 1
- Farmacología 2
- Anatomía
- Microbiología
- Fisiología
- Parasitología
- Biofarmacia
- Farmacia Comunitaria

18. ¿Le gustaría que la universidad adquiriera este software para uso de los estudiantes?

- Sí
- No

APÉNDICE 2. ENTREVISTA REALIZADA A LA PROFESIONAL CURRICULISTA DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS.

1. ¿Cuál es su opinión acerca de las metodologías activas de aprendizaje?

Desde mi experiencia personal y profesional, actualmente las metodologías activas de aprendizaje son una excelente propuesta para para que los estudiantes puedan construir su propio aprendizaje a través del trabajo colaborativo y vivencial, mediante el cual se fomenta el pensamiento crítico, la creatividad, los valores y la motivación. Representan una tendencia educativa que es necesaria en todos los centros educativos, principalmente para buscar mejoras en el proceso de aprendizaje.

2. ¿Conoce usted alguna metodología activa que sea aplicada en la universidad actualmente?

La metodología activa que se aplica actualmente es la de simulación, esa es la que actualmente tiene una estructura robusta y bien definida.

3. ¿Considera que el uso de metodologías activas fomenta el autoaprendizaje y el desarrollo de competencias fundamentales en la formación de los futuros profesionales?

Claro que sí, esto debido a que, gracias a las metodologías activas, los estudiantes logran construir su propio proceso de aprendizaje y esto les permite vivenciar diferentes situaciones enriquecedoras para la puesta en práctica y desarrollo de las competencias fundamentales en su área laboral.

4. ¿Cree usted que una herramienta virtual de aprendizaje pueda complementar las clases magistrales de cursos clínicos como Fisiología y Fisiopatología?

Por supuesto que sí, toda aquella herramienta que pueda aportar al aprendizaje de las personas mediante una metodología activa, permite que el estudiante adquiera un aprendizaje significativo y lleno de experiencias prácticas en su campo profesional.

5. ¿Estaría de acuerdo con que la universidad adquiera un software que permita realizar ensayos de laboratorio simulando las funciones de nuestro organismo y su respuesta ante diversas patologías?

Es una propuesta maravillosa; desde la parte curricular la idea me parece muy acertada, lo único en lo que se debe invertir tiempo es en la planificación de la capacitación docente en el uso del software, pues ellos deben recibir una capacitación integral, con el ideal de aprovechar al máximo la herramienta y darle un excelente uso en sus clases con los estudiantes.

APÉNDICE 3. MANUAL DE USO DEL SOFTWARE ACADÉMICO PHYSIOEX 10.0



MANUAL DE USO
SOFTWARE PHYSIOEX 10.0
Aplicado a Fisiología – Fisiopatología

Universidad Internacional de las Américas

Autor: Silvia Hernández Amador

San José, Costa Rica, 2021

CONTENIDO

Mecanismos de transporte celular y permeabilidad: Simulación del transporte activo.....	6
Neurofisiología de los impulsos nervioso: El potencial de la membrana en reposo.....	12
Neurofisiología de los impulsos nervioso: El potencial de acción: umbral.....	18
Neurofisiología de los impulsos nervioso: El potencial de acción: medir sus períodos refractarios absoluto y relativo.....	23
Neurofisiología de los impulsos nervioso: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores.....	25
Fisiología del sistema endocrino: Metabolismo y hormona tiroidea.....	34
Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo.....	45
Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo.....	47
Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo.....	55
Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo.....	60
Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba.....	65
Fisiología cardiovascular: Investigación del período refractario del músculo cardíaco.....	70
Fisiología cardiovascular: Examen del efecto de la estimulación del nervio vago.....	74
Mecánica del sistema respiratorio: Medición de volúmenes respiratorios y cálculo de capacidades..	78
Fisiología del sistema renal: El efecto del radio de la arteriola en la filtración glomerular.....	83
Fisiología del sistema renal: El efecto de la presión sobre la filtración glomerular.....	89
Equilibrio ácido-base: Hiperventilación.....	94
Equilibrio ácido-base: Reinspiración.....	98
Equilibrio ácido-base: Respuestas renales a la acidosis respiratoria y la alcalosis respiratoria.....	102
Equilibrio ácido-base: Respuestas respiratorias a la acidosis metabólica y la alcalosis metabólica ...	106
Análisis de sangre: Tipo de sangre.....	110
Fisiología del sistema endocrino: Glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus.....	117
Fisiología del sistema endocrino: Medición de cortisol y hormona adrenocorticotrópica.....	125
Dinámica cardiovascular: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas.....	130
Mecánica del sistema respiratorio: Efecto del surfactante y la presión intrapleural sobre la respiración.....	135
Fisiología del sistema renal: Respuesta renal a la presión arterial alterada.....	140
REFERENCIAS.....	146
APÉNDICE.....	147

PRESENTACIÓN Y OBJETIVO DEL MANUAL

La fisiología se define como el funcionamiento de cada uno de los órganos del cuerpo humano y explica desde actos cotidianos como ver u oír, hasta fenómenos más complejos como la liberación de neurotransmisores en la hendidura sináptica de media micra de ancho. Es por esta razón que el aprendizaje de esta asignatura fundamenta las bases para comprender sucesos que requieren del uso de la imaginación y el análisis (Daut, 2011).

A su vez, el término *fisiopatología* hace referencia a una ciencia biomédica que integra los conocimientos acerca de los mecanismos responsables del inicio, desarrollo y tratamiento de enfermedades en humanos y animales (López et al., 2020). Ambas materias son el pilar para la formación de carreras en el área de las ciencias de la salud.

El aprendizaje de estas materias impartidas en carreras de las ciencias de la salud tiende a presentar un nivel de complejidad importante, debido a la gran cantidad de conceptos y la necesidad de entender cada uno de ellos; por tal razón, los docentes de estos cursos deben realizar esfuerzos al modificar las estrategias de aprendizaje empleadas, haciendo uso de técnicas creativas y prácticas que generen una motivación para el estudiante.

El objetivo del presente manual es funcionar como una guía rápida y facilitar el uso del software PhysioEx 10.0 como complemento de los cursos de Fisiología y Fisiopatología de la Universidad Internacional de las Américas. A pesar de que con la compra del software digital se entrega un manual donde se explica el paso a paso de los experimentos, se decidió realizar este compilado de forma más amigable con el usuario. Se incluyen únicamente ejercicios y actividades seleccionados, por constituir los que más valor aportan como complemento de dichos cursos; lo anterior, luego de haber analizado los temas impartidos en las lecciones de Fisiología y Fisiopatología.

Este manual explica la forma de ingresar al software y realizar los ejercicios. Para cada uno de ellos incluye sus objetivos, una pequeña introducción, el cuestionario por realizar antes del experimento y el paso a paso del experimento con indicación de los botones por seleccionar dentro del paréntesis. A la vez, contiene el cuestionario posterior al experimento y con el título de *Hoja de revisión*, preguntas de respuesta breve que forman parte del cuestionario final.

De igual manera, a modo de ejemplificación de lo que puede ser un manual más completo a futuro, realizado implementando diversas metodologías activas como lo son la simulación y la aplicación de casos clínicos, se adjunta un apéndice que contiene 3 casos clínicos realizados con colaboración de un docente del curso de Fisiología y Fisiopatología, relacionado con el ejercicio 5: Dinámica cardiovascular, actividad 7.

La idea principal de este documento es facilitar el uso del software tanto a estudiantes como a profesores, para que tengan a su alcance un manual que puede modificarse adjuntándole la información necesaria para fortalecer el aprendizaje.

¿CÓMO UTILIZO EL SOFTWARE?

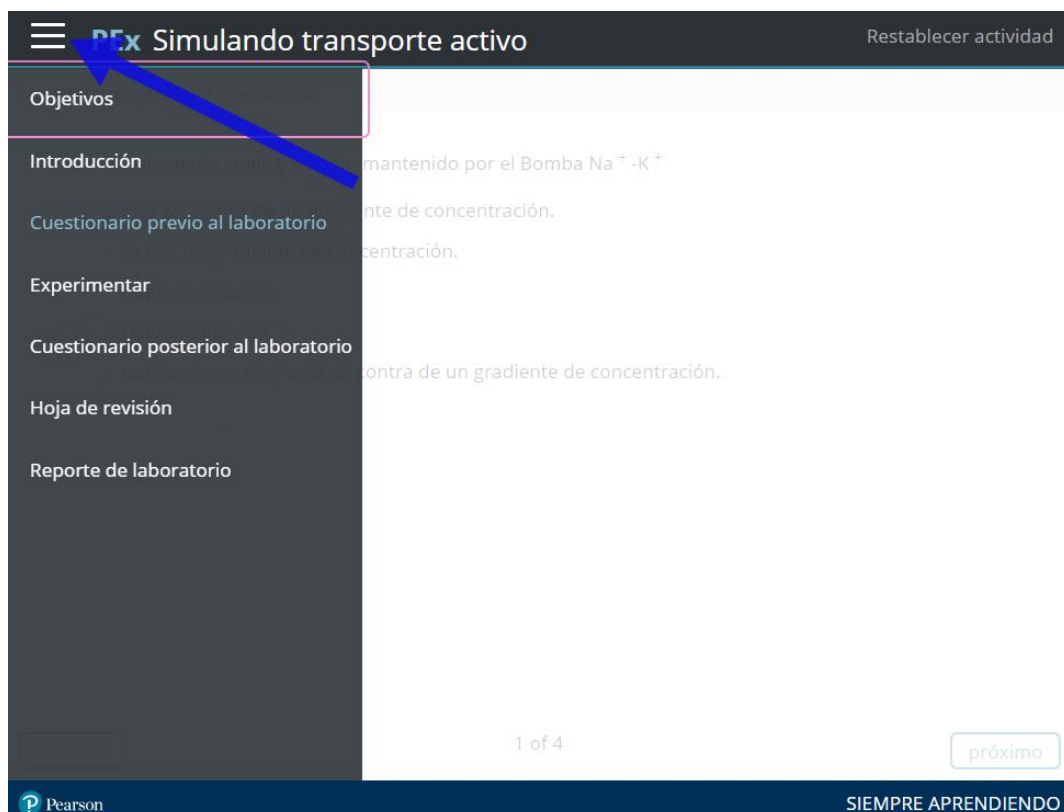
1. Ingrese al link: https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_ap/physioex//10/login/sign-in.php?dest=https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_ap/physioex/10/10-index.php

2. Digite el nombre de usuario y la contraseña que le serán brindados por el profesor.
3. Inicie sesión.
4. A continuación, se le desplegará una lista de ejercicios; seleccione el que desea realizar y está todo listo para disfrutar la experiencia que PhysioEx 10.0 le ofrece.

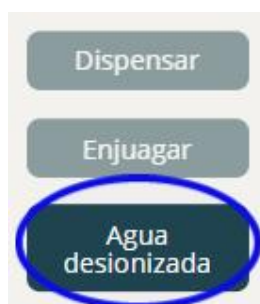
Ejercicio 1: Mecanismos de transporte celular y permeabilidad

Actividad 1: Simulación de diálisis (difusión simple)	
Actividad 2: Difusión facilitada simulada	
Actividad 3: Simulación de presión osmótica	
Actividad 4: Simulación de filtración	
Actividad 5: Simulación del transporte activo	

5. Una vez en la página del ejercicio que desea realizar, en la esquina superior izquierda va a aparecer un ícono con 3 pestañas, como se le va a mostrar a continuación. Al dar click en este ícono se desplegarán las opciones por realizar en la práctica: objetivos, introducción, cuestionario previo al laboratorio, experimento, cuestionario posterior al laboratorio, hoja de revisión y el reporte de laboratorio que puede ser descargado en PDF. El estudiante puede iniciar en orden desde los objetivos o puede iniciar directamente en el experimento.



6. Una vez que se encuentre realizando el experimento, la herramienta le va a ir indicando paso a paso las acciones por realizar; sin embargo, estas se encuentran en inglés. Un punto importante que le puede ser de mucha ayuda es que los botones de cada experimento son únicamente de 2 colores, gris y verde oscuro. Observe la figura que se le muestra a continuación, la cual ejemplifica el color de los botones; el botón de color verde oscuro es el que indica la próxima acción por realizar.








FISIOLOGÍA

The background features a dark blue gradient with a network of light blue nodes and lines, resembling a molecular or biological structure. The word 'FISIOLOGÍA' is written in large, semi-transparent, light blue letters across the middle, with the word 'FISIOLOGÍA' in white, bold letters overlaid on top.

Mecanismos de transporte celular y permeabilidad: Simulación del transporte activo

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 1 la actividad 5.

Ejercicio 1: Mecanismos de transporte celular y permeabilidad	
Actividad 1: Simulación de diálisis (difusión simple)	
Actividad 2: Difusión facilitada simulada	
Actividad 3: Simulación de presión osmótica	
Actividad 4: Simulación de filtración	
Actividad 5: Simulación del transporte activo	

Objetivos de la actividad

- Comprender que el transporte activo requiere energía celular en forma de ATP.
- Explicar cómo la bomba Na^+K^+ mantiene el equilibrio de estos 2 iones, moviéndolos en contra de sus gradientes de concentración.
- Por medio de la comprensión del transporte acoplado, el estudiante debe ser capaz de explicar cómo el movimiento de Na^+ y K^+ es independiente del de otros solutos, como la glucosa.

Introducción

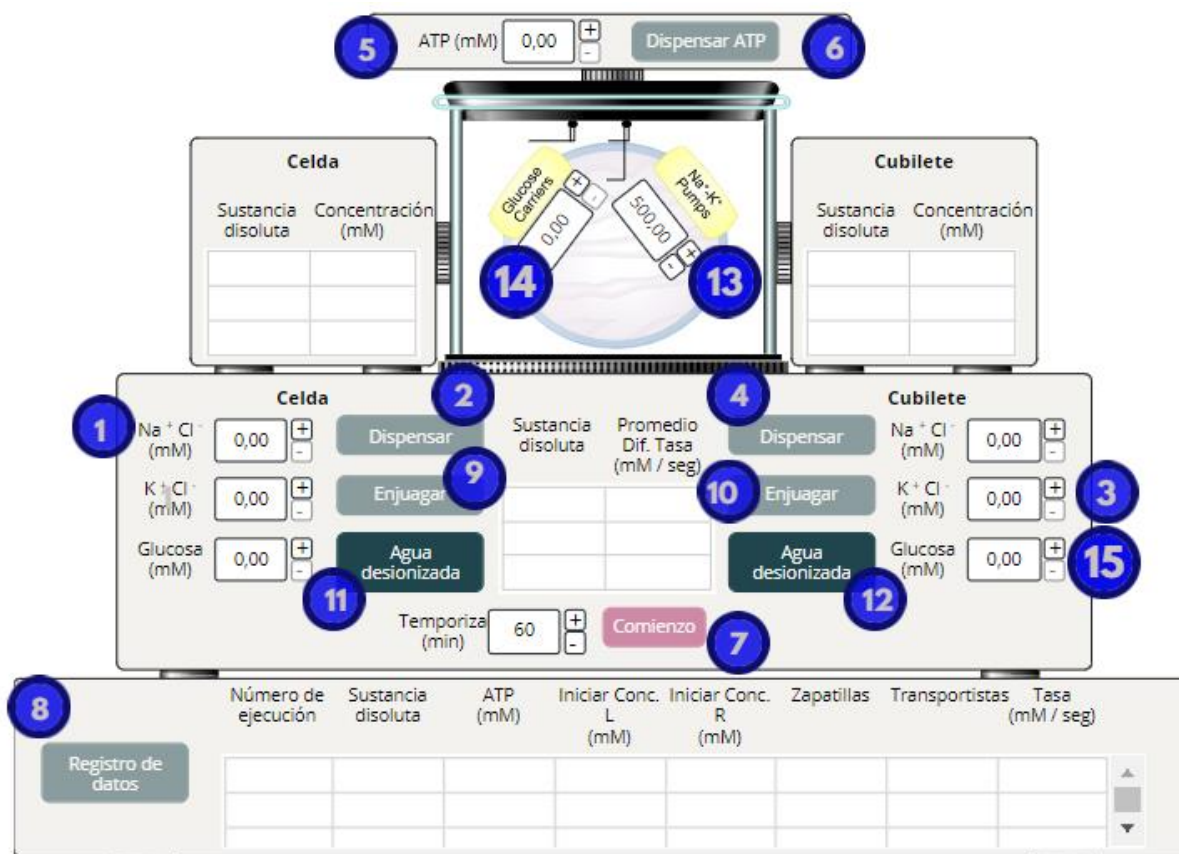
El transporte activo es el acoplamiento de una reacción exergónica que provee la energía que se necesita para impulsar el flujo de moléculas o iones, en una dirección termodinámicamente contraria; esta energía generalmente proviene de la hidrólisis de ATP. El transporte activo, es un transporte mediado, que puede ser uniporte, simporte o antiporte (Milde et al., 2009).

La bomba de sodio genera una importante diferencia de potencial electroquímico a favor del cual los iones Na^+ presentes en el espacio extracelular tienden a ingresar en el citoplasma. Al ingresar pueden impulsar el flujo simultáneo de otros iones. El sentido del flujo de la otra molécula o ion “arrastrado” se denomina simporte; cuando es en dirección opuesta, se trata de antiporte. El ingreso de glucosa en células es un ejemplo de cotransporte (simporte) activo secundario, dependiente de la bomba de sodio (Milde et al., 2009). Este ejercicio simula una célula dentro de un vaso de precipitados para comprender el transporte activo.

Cuestionario previo

1. El movimiento de sodio y potasio mantenido por la bomba Na^+K^+
 - está en contra de un gradiente de concentración.
 - es con un gradiente de concentración.
 - requiere difusión.
 - requiere energía.
 - requiere energía y está en contra de un gradiente de concentración.
2. La bomba Na^+K^+ se clasifica como
 - antiportador.
 - simportador.
 - uniportador.
 - isoportador.
3. La bomba Na^+K^+ mueve ____ iones de sodio y ____ iones de potasio simultáneamente.
 - 2, 3
 - 3, 2
 - 3, 3
 - 2, 2
4. Los solutos que requieren transporte activo para el movimiento pueden ser demasiado grandes para pasar o pueden ser
 - insolubles en lípidos.
 - solubles en lípidos.
 - demasiado pequeños para pasar.
 - capaces de moverse con un gradiente de concentración.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Observe que el número de bombas $\text{Na}^+\text{-K}^+$ está fijado en 500. Aumente a 9,00 mM la concentración el Na^+Cl^- presionando el botón + (1), seleccione *dispensar* (2) para administrar la solución a la célula.
2. Aumente la concentración de K^+Cl^- hasta 6,00 mM pulsando el botón + (3). Pulse *dispensar* (4) para proporcionar la solución.
3. Aumente la concentración de ATP a 1,00 mM pulsando el botón + (5). Pulse *Dispensar ATP* (6) para administrar la solución a ambos lados de la membrana.
4. Los solutos se moverán a través de la membrana celular, simulando el transporte activo. Podrá determinar la cantidad de soluto que se transporta a través de la membrana, observando los indicadores de concentración en ambos lados del recipiente (el de la izquierda muestra las concentraciones del interior de la célula y la derecha muestra las concentraciones del recipiente). El temporizador está configurado en 60 minutos (10 segundos de tiempo real). Seleccione *iniciar* (7), observe las pantallas de concentración en caso de cualquier movimiento.
5. Registre los datos (8) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

6. Para restablecer el vaso de precipitados y la célula simulada debe ir a la opción limpiar (9 y 10).
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Por qué se detuvo el transporte de sodio antes de que se completara?
 - Se alcanzó el equilibrio.
 - El potasio se agotó.
 - El ATP se agotó.
 - No se agregaron portadores de glucosa.
7. Asegúrese de que la concentración de Na^+Cl^- (1) se encuentre en 9,00 mM. Para proporcionar la solución a la célula pulse Dispensar (2).
8. Aumente la concentración de K^+Cl^- hasta 6,00 mM pulsando el botón + (3). Pulse Dispensar (4) para proporcionar la solución.
9. Aumente la concentración de ATP a 3,00 mM (5). Pulse en Dispensar ATP (6) para administrar la solución a ambos lados de la membrana.
10. Seleccione *Iniciar* (7).
11. Registre los datos (8) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
12. Pulse Limpiar (9 y 10) para restablecer el vaso de precipitados y la célula simulada.
13. Asegúrese de que la concentración de Na^+Cl^- este en 9,00 mM (1) y seleccione *Dispensar* (2) para administrar la solución.
14. Seleccione *Agua desionizada* (12), luego seleccione *Dispensar* (2) para suministrarla al recipiente.
15. Aumente a 3,00 mM la concentración de ATP (5). Seleccione *Dispensar ATP* (6).
Predecir la pregunta: ¿Qué crees que resultará de estas condiciones experimentales?
 - El Na^+ se transportará al máximo.
 - Na^+ será transportado parcialmente.
 - No se transportará Na^+ .
16. Seleccione *Iniciar* (7) y registre los datos (8).
17. Seleccione *Limpiar* (9 y 10) e incremente el número de bombas $\text{Na}^+\text{-K}^+$ (13) a 800. Aumente a 9,00 mM la concentración de Na^+Cl^- (1) y dispénsela (2).
18. Aumente a 6,00 mM la concentración de K^+Cl^- (3). Seleccione *Dispensar* (4), para proporcionar la solución.
19. Aumenta la concentración de ATP (5) a 3,00 mM. Seleccione *Dispensar ATP* (6).
20. Seleccione *Iniciar* (7) y *Registre los datos* (8).
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Por qué se alcanzó antes el equilibrio de solutos?
 - Había más ATP disponible.
 - Las concentraciones de soluto fueron mayores.
 - Había más bombas para el transporte.
 - Había glucosa disponible para obtener energía.
21. Seleccione *Limpiar* (9 y 10) a ambos lados para restablecer el vaso de precipitados y la célula simulada.
22. Con el número de las bombas $\text{Na}^+\text{-K}^+$ aún configurado en 800, aumente el número de portadores de glucosa a 400 (14). Aumente a 9.00 mM el Na^+Cl^- (1) Dispensar (2).

Predecir la pregunta: ¿Cree que la adición de portadores de glucosa afectara el transporte de sodio o potasio?

- Sí, afectará el transporte de ambos iones.
- Sí, afectará el transporte de sodio, pero no de potasio.
- Sí, afectará el transporte de potasio, pero no de sodio.
- No, no afectará el transporte de ninguno de los iones.

23. Aumenta la concentración de K^+Cl^- (3) a 6,00 mM. Aumente la concentración de glucosa (15) a 10,00 mM. Seleccione *Dispensar* (4), para proporcionar las soluciones.

24. Aumenta la concentración de ATP (5) a 3,00 mM. Seleccione *Dispensar ATP* (6).

25. Seleccione *Iniciar* (7) y *Registre los datos* (8).

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).










1. ¿Qué sucedió cuando se aumentó la cantidad de ATP dispensada con la misma concentración de sodio y potasio en cada lado de la membrana?
 - Los iones se transportaron más rápidamente.
 - Se transportaron más iones.
 - Los iones se transportaron más lentamente.
 - Se transportaron menos iones.
2. ¿A qué concentración de ATP se transportaron al máximo el sodio y el potasio?
 - ATP 0 mM.
 - ATP 1 mM.
 - ATP 2 mM.
 - ATP 3 mM.
3. ¿Cuál fue el efecto de agregar más bombas Na^+-K^- a la célula simulada?
 - El transporte de iones fue más rápido.
 - Se transportaron más iones en 60 minutos.
 - Se utilizó menos ATP para el transporte.
 - Los iones se mueven con su gradiente de concentración.
4. Describe el efecto de agregar portadores de glucosa al transporte de sodio y potasio:
 - La velocidad de transporte aumentó porque la glucosa se acopló al sodio.
 - La velocidad de transporte aumentó porque la glucosa se acopló al potasio.
 - No hubo cambios en la velocidad de transporte porque la glucosa se transporta de forma independiente.
 - La velocidad de transporte disminuyó porque se utilizó ATP para transportar la glucosa.

Hoja de revisión:

1. Describa la importancia de usar cloruro de sodio 9mM dentro de la célula y cloruro de potasio 6mM fuera de la célula, en lugar de otras proporciones de concentración.
2. Explique por qué no hubo transporte de sodio a pesar de que había ATP ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué crees que resultará de estas condiciones experimentales?
El software despliega su respuesta anterior.
3. Explique por qué la adición de portadores de glucosa no tuvo ningún efecto sobre el transporte de sodio o potasio. ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Cree que la adición de portadores de glucosa afectará el transporte de sodio o potasio?
El software despliega su respuesta anterior.
4. ¿Cree que la glucosa se transporta o transporta activamente mediante difusión facilitada en este experimento? Explique su respuesta.

Neurofisiología de los impulsos nervioso: El potencial de la membrana en reposo

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 3 la actividad 1

Ejercicio 3: Neurofisiología de los impulsos nerviosos	
Actividad 1: El potencial de la membrana en reposo	
Actividad 2: Potencial de receptor	
Actividad 3: El potencial de acción: umbral	
Actividad 4: El potencial de acción: importancia de los canales Na^+ activados por voltaje	
Actividad 5: El potencial de acción: medir sus períodos refractarios absoluto y relativo	
Actividad 6: El potencial de acción: codificación de la intensidad del estímulo	
Actividad 7: El potencial de acción: velocidad de conducción	
Actividad 8: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores	
Actividad 9: El potencial de acción: unirlo todo	

Objetivos

- Definir el término *potencial de membrana en reposo*.
- Medir el potencial de membrana en reposo en diferentes partes de una neurona.
- Determinar en qué forma el potencial de membrana en reposo depende de las concentraciones de potasio y sodio.
- Entender las conductancias iónicas/canales iónicos implicados en el potencial de reposo de la membrana.

Introducción

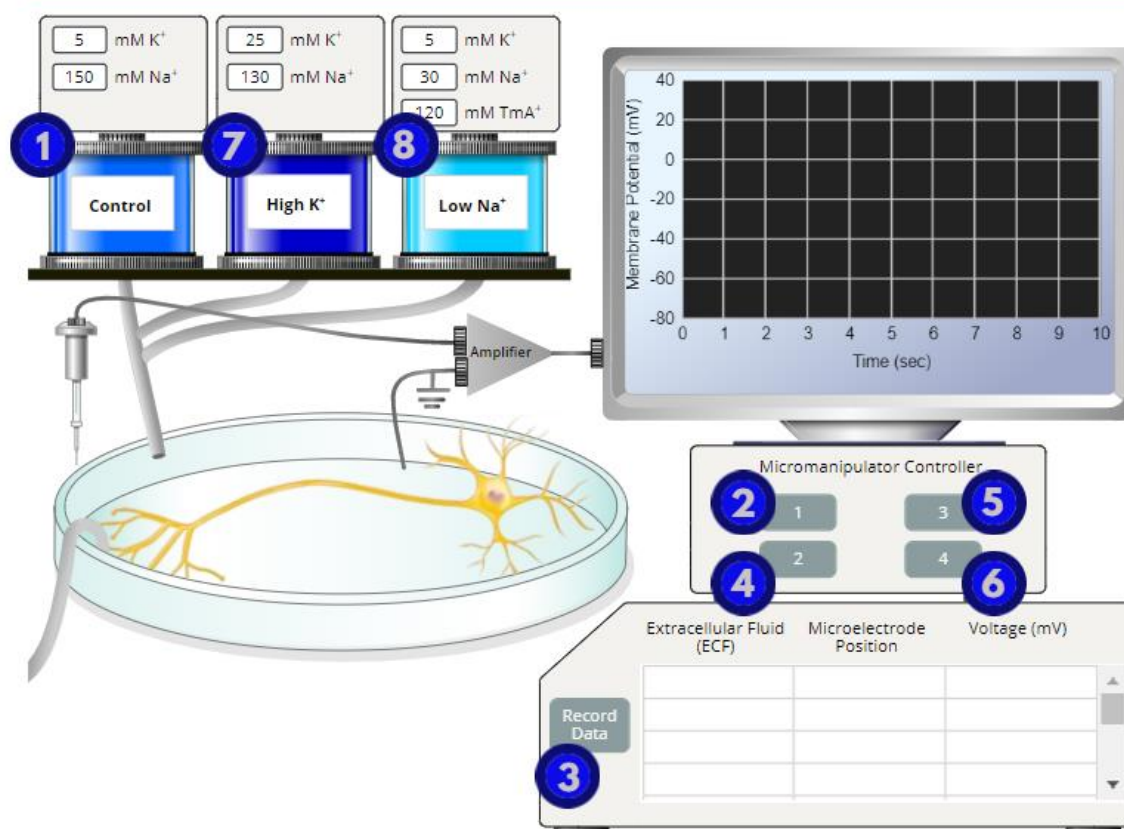
El término *potencial de membrana en reposo* es el potencial eléctrico que genera la célula, cuando no experimenta ninguna perturbación. En el estado estacionario de la célula, no produce un flujo neto de cargas a través de la membrana; se determina por las concentraciones existentes a ambos lados de la membrana y las permeabilidades de cada ion. La distribución desigual de los iones es debida principalmente a la presencia de la bomba de Na^+-K^+ , que cotransporta Na^+ hacia fuera de la célula y K^+ hacia dentro, en diferentes cantidades (intercambia 3 Na^+ por 2 K^+), luego a la presencia en el interior de la célula de aniones que no logran atravesar la membrana por su tamaño y también debido a la mayor permeabilidad que la membrana presenta hacia el potasio que hacia el sodio, por lo que estos 3 factores permiten la generación y mantenimiento del potencial de membrana en reposo (Coll & Olivera, 2018).

En este experimento se visualiza una neurona sometida a tres tipos de soluciones extracelulares de sodio y potasio, y por medio de un microelectrodo se mide el voltaje; además, en el osciloscopio se pueden observar los cambios de voltaje.

Cuestionario previo

1. ¿Cuál es la concentración aproximada de K^+ dentro de una célula típica (concentración intracelular)?
 - 150 mM
 - 5 mM
 - 0 mM
 - 15 mM
2. ¿Cuál es la concentración aproximada de K^+ fuera de una célula (concentración extracelular)?
 - 150 mM
 - 5 mM
 - 0 mM
 - 15 mM
3. ¿Cuál es la concentración aproximada de Na^+ dentro de una célula típica (concentración intracelular)?
 - 150 mM
 - 5 mM
 - 0 mM
 - 15 mM
4. ¿Cuál es la concentración aproximada de Na^+ fuera de una célula (concentración extracelular)?
 - 150 mM
 - 5 mM
 - 0 mM
 - 15 mM

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

La neurona utilizada en este experimento está ampliada en relación con la placa de Petri. En una neurona típica, el cuerpo celular, que es la parte más gruesa, tiene de 5 a 100 μm de ancho y el axón puede tener solo 0,5 μm de ancho.

1. Seleccione el recipiente control de fluido extracelular (ECF) (1), este llenará la placa de Petri con 5 mM K⁺ y 150 mM Na⁺ (concentraciones extracelulares normales de potasio y sodio).
2. La placa de Petri tiene colocado un electrodo de referencia conectado a tierra a través del amplificador.
Seleccione la posición 1 (2) en el controlador del microelectrodo para colocar la punta de este en la solución, justo fuera del cuerpo celular y observe el trazado resultante en el osciloscopio.
3. Registre los datos (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
4. Seleccione la posición 2 (4) en el controlador de microelectrodos para colocar la punta de este justo dentro del cuerpo de la célula; observe el trazado que resulta.

5. Registre los datos (3). Este es el potencial de membrana en reposo, es decir, la diferencia de potencial entre los voltajes intracelular y extracelular. Se considera que el voltaje de la membrana en reposo extracelular es 0 mV.

Deténgase y piense en la siguiente pregunta: ¿Cuál es la polaridad del potencial de membrana en reposo (voltaje)?

- Positivo.
 - Negativo.
 - Descargado.
6. Seleccione la posición 3 (5), la punta del microelectrodo del microelectrodo se colocará justo fuera del axón; observe el trazado que resulta.
7. Registre los datos (3).
8. Seleccione la posición 4 (6) para colocar la punta del microelectrodo, se colocará justo dentro del axón; observe el trazado resultante.
9. Registre los datos (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Qué significa que el voltaje justo dentro de la membrana es negativo?

- Hay exactamente el mismo número de cargas positivas y negativas justo dentro de la membrana.
- Hay más cargas negativas que cargas positivas justo dentro de la membrana.
- Hay más cargas positivas que cargas negativas justo dentro de la membrana.

La membrana de la mayoría de las células, incluidas las neuronas, contiene K^+ pasivo, con los canales de fuga abiertos. Dada la concentración normal de K^+ se espera que se difunda a través de estos canales de fuga.

- En la célula.
- Fuera de la célula.

Prediga lo que sucederá con el potencial de membrana en reposo si el K^+ extracelular aumenta la concentración.

- El potencial de membrana en reposo se volverá más negativo.
- El potencial de membrana en reposo se volverá menos negativo.
- El potencial de membrana en reposo no cambiará.

10. Ahora debe cambiar las concentraciones de iones en el líquido extracelular para determinar qué iones contribuyen más a la separación de cargas a través de la membrana. La concentración de potasio extracelular es normalmente baja, por lo que primero aumentará esta concentración.

En la solución de K^+ alto, la concentración se incrementó 5 veces, de 5 a 25 mM. Para mantener constante el número de cargas positivas en la solución extracelular, la concentración de Na^+ se redujo en 20 mM, de 150 a 130 mM. Como verá, esta disminución relativamente pequeña de Na^+ por sí sola no cambiará el potencial de membrana. Tenga en cuenta que en esta actividad la generación del potencial de acción se bloquea con una toxina. Seleccione el recipiente con la solución alta en K^+ (7) para cambiar la solución de la placa de Petri a 25 mM de K^+ y 130 mM de Na^+ .

11. Observe el voltaje del interior del axón y registre los datos (3).
12. Seleccione la posición 3 (5) en el controlador del manipulador del microelectrodo para colocar la punta de este en la solución, justo fuera del axón; observe el trazado que resulta.

13. Observe el voltaje fuera del axón y registre los datos (3).
14. Seleccione la posición 1 (2) en el controlador del manipulador del microelectrodo para colocar la punta de este en la solución, justo fuera del cuerpo celular; observe el trazado que resulta.
15. Observe el voltaje fuera del cuerpo celular y seleccione *Registrar datos* (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
16. Realice los pasos 14 y 15 pero con la posición 2 (4).
17. Seleccione el recipiente de control (1) para volver a la concentración normal de K^+ y observe el cambio de voltaje dentro del cuerpo celular.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Qué efecto tiene el aumento extracelular de K^+ en la difusión neta de K^+ fuera de la célula?
 - Aumenta la difusión neta de K^+ .
 - Disminuye la difusión neta de K^+ .
18. Ahora debe disminuir la concentración extracelular de Na^+ (es normalmente alta).
La concentración de sodio extracelular en la solución de Na^+ bajo se ha reducido cinco veces, de 150 mM a 30 mM. Para mantener constante el número de cargas positivas en la solución extracelular, el Na^+ ha sido reemplazado por la misma cantidad de un catión monovalente de gran tamaño. La concentración extracelular de Na^+ , incluso en niveles bajos, es mayor que la concentración intracelular. Seleccione el recipiente de bajo en Na^+ (8) para cambiar la solución de la placa de Petri a 5 mM de K^+ y 30 mM de Na^+ .
19. Observe el voltaje dentro del cuerpo de la célula y seleccione *Registrar datos* (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿De qué manera se movería el Na^+ a través de la membrana si los canales de Na^+ estuvieran abiertos?
 - Na^+ se difundiría en la célula.
 - Na^+ se difundiría fuera de la célula.
20. Realice los pasos 14 y 15 con la posición 1 (2).
21. Realice los pasos 14 y 15 con la posición 3 (5).
22. Observe el voltaje fuera del axón y seleccione *Registrar datos* (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
23. Realice los pasos 14 y 15 con la posición 4 (6).
24. Observe el voltaje dentro del axón y seleccione *Registrar datos* (3).
Deténgase y piense en la pregunta: la membrana tiene los canales de K^+ abiertos y en cambio de la concentración extracelular de K^+ da como resultado un cambio en el potencial de membrana. La concentración extracelular de Na^+ no cambia significativamente el potencial de membrana. ¿Qué sugieren sus resultados sobre el estado de los canales de Na^+ en la membrana en reposo de una neurona?
 - La mayoría de canales Na^+ están abiertos.
 - Los canales Na^+ en su mayoría están cerrados.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).










1. Se registró un potencial de membrana negativo cuando la punta del microelectrodo se colocó
 - en la solución extracelular justo fuera del cuerpo celular.
 - justo dentro del cuerpo celular.
 - justo dentro del axón.
 - tanto dentro del cuerpo celular como dentro del axón.
2. ¿Cuál de los siguientes causó un cambio en el potencial de membrana de -70 a -40 en el cuerpo celular?
 - Un aumento de K^+ extracelular.
 - Una disminución de K^+ extracelular.
 - Un aumento de Na^+ extracelular.
 - Una disminución de Na^+ extracelular.
3. ¿Cuál de los siguientes tiene el voltaje más negativo?
 - Entre el exterior del axón y el exterior del cuerpo celular con control K^+ ECF.
 - Entre el exterior del axón y el exterior del cuerpo celular con alto K^+ ECF.
 - Entre el interior del axón y el exterior del axón con control K^+ ECF.
 - Entre el interior del axón y el exterior del axón con alto K^+ ECF.

Hoja de revisión

1. Explique por qué aumentar el K^+ extracelular reduce la difusión neta de K^+ fuera de la neurona a través de los canales de fuga K^+ .
2. Explique por qué aumentar el K^+ extracelular hace que el potencial de membrana cambie a un valor menos negativo. ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?
 Recuerde que durante el experimento se le pidió predecir lo que sucederá con el potencial de membrana en reposo si el K^+ extracelular aumenta la concentración.
 El software despliega su respuesta anterior.
3. Explique por qué aumentar el K^+ extracelular hace que el potencial de membrana cambie a un valor menos negativo. ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción? K^+ en una neurona en reposo.
4. Explique porque un cambio en el Na^+ extracelular, no alteró significativamente el potencial de membrana en la neurona en reposo, K^+ en una neurona en reposo.

Neurofisiología de los impulsos nerviosos: El potencial de acción: umbral

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 3 la actividad 3

Ejercicio 3: Neurofisiología de los impulsos nerviosos	
Actividad 1: El potencial de la membrana en reposo	
Actividad 2: Potencial de receptor	
Actividad 3: El potencial de acción: umbral	
Actividad 4: El potencial de acción: importancia de los canales Na^+ activados por voltaje	
Actividad 5: El potencial de acción: medir sus períodos refractarios absoluto y relativo	
Actividad 6: El potencial de acción: codificación de la intensidad del estímulo	
Actividad 7: El potencial de acción: velocidad de conducción	
Actividad 8: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores	
Actividad 9: El potencial de acción: unirlo todo	

Objetivos

- Definir los términos: potencial de acción, nervio, montículo axónico, zona de activación y umbral.
- Predecir cómo un aumento extracelular de K^+ podría desencadenar un potencial de acción.

Introducción

El potencial de acción hace referencia al proceso en el cual el potencial de membrana cambia de forma abrupta, inicialmente se despolariza y seguidamente se hiperpolariza. Este suceso es fundamental para que el sistema nervioso codifique, transmita y decodifique información. Ante la presencia de un estímulo excitatorio, el potencial de membrana de la célula consigue un valor de potencial umbral, en el cual la permeabilidad de la membrana a iones de sodio aumenta de forma abrupta y genera un potencial de acción (Portillo, 2016). En este experimento se va a generar un potencial de acción en un extremo del axón estimulándolo eléctricamente, para que el potencial de acción resultante sea propagado por el axón.

Cuestionario previo

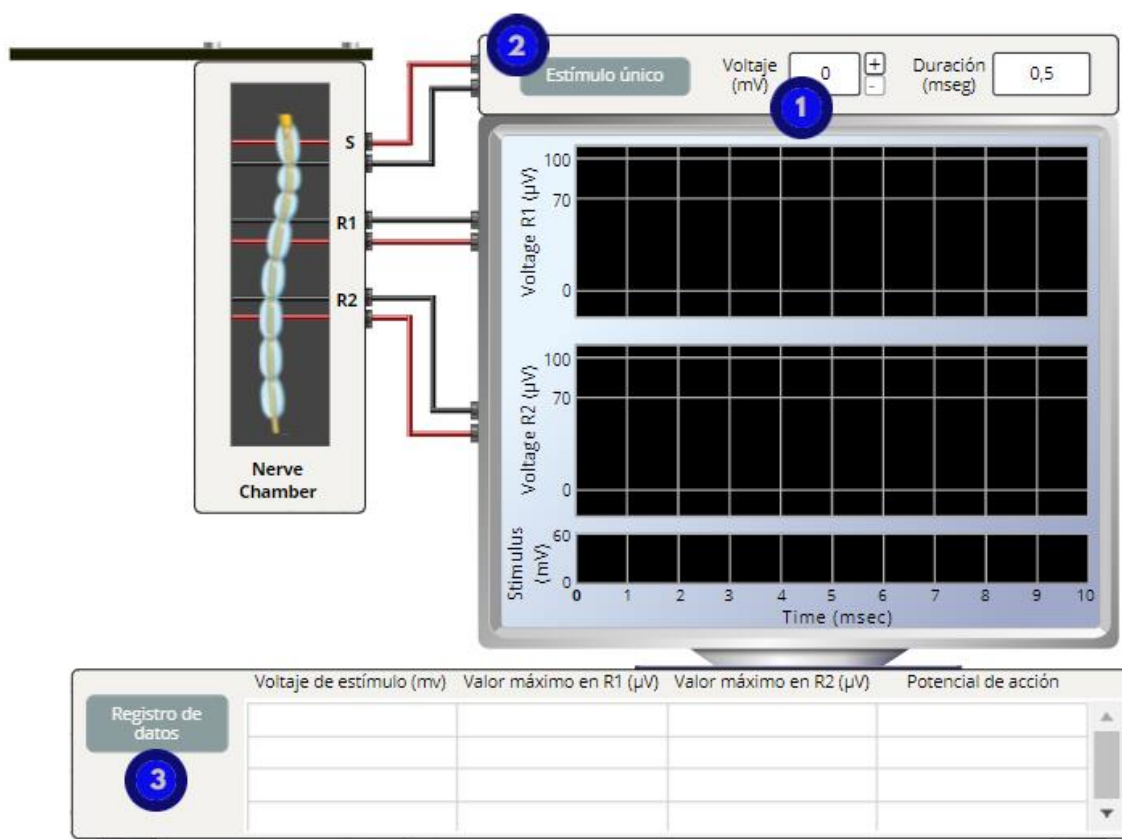
1. Los axones son
 - conductores de señales químicas, llamados potenciales graduados.
 - haces de nervios.
 - los sitios de potenciales receptores graduados en neuronas sensoriales.
 - estructuras largas y delgadas que se extienden desde un cuerpo celular neuronal.

2. ¿Cuál de las siguientes opciones es más fácil?
 - Grabaciones extracelulares del potencial de acción.
 - Grabaciones intracelulares del potencial de acción.
 - Los registros intracelulares y extracelulares del potencial de acción son igualmente difíciles.

3. Un potencial de acción generalmente se inicia en un axón o cerca
 - del montículo del axón.
 - del segmento inicial.
 - de la zona de activación.
 - Todas las anteriores.

4. El inicio de un potencial de acción en una neurona sensorial del cuerpo normalmente
 - sigue un potencial receptor despolarizante suficientemente grande.
 - ocurre cuando el potencial de membrana de montículo axónico alcanza -70mV .
 - requiere una cámara nerviosa.
 - ocurre en las dendritas.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudaran a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. La duración del estímulo está establecida en 0,5 milisegundos. Establezca el voltaje del estimulador en 10 mV pulsando el botón + al lado de voltaje (1). Este voltaje produce una corriente que puede estimular la neurona hasta provocar una despolarización, es decir, un cambio de unos pocos milivoltios en el potencial de membrana. Seleccione *Estímulo único* (2) para administrar un breve impulso al axón y observe el resultado en el osciloscopio que se entrega 1 milisegundo más tarde.
2. Los electrodos de registro R1 y R2 registran el voltaje extracelular y no el potencial de membrana real. La despolarización de 10 mV en el sitio de estimulación solo ocurre localmente en ese sitio y no se registra más allá en el axón. A este voltaje de estímulo inicial no había potencial de acción. Seleccione *Registrar datos* (3).
3. Aumentará el voltaje del estímulo hasta que observe un potencial de acción en el electrodo de registro 1 (R1). Aumente el voltaje en 10 mV (1) y seleccione *Estímulo único* (2). El voltaje en el que observa por primera vez un potencial de acción es el voltaje umbral. Tenga en cuenta que el potencial de acción registrado extracelularmente es bastante pequeño. Intracelularmente, el potencial de membrana cambiaría de 70 mV a aproximadamente +30 mV. Registre los datos (3).

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Por qué el potencial de acción registrado por el segundo electrodo de registro (R2) se retrasa en la relajación con el potencial de acción registrado por el primer electrodo de registro (R1)?

- La fuerza del estímulo era demasiado pequeña para que ocurriera una grabación simultánea.
- El axón utilizado en este experimento es anormalmente largo.
- El potencial de acción tuvo que propagarse de R1 a R2.
- Los cables de grabación de este experimento no pueden detectar grabaciones simultáneas.

Prediga la pregunta: ¿Cómo cambiaría el potencial de acción en R1 (o R2) a medida que continúe aumentando el voltaje del estímulo?

- La duración del potencial de acción disminuirá.
- El valor máximo del potencial de acción aumentará.
- El potencial de acción no cambiará.
- El valor máximo del potencial de acción disminuirá.

4. Continuará observando los efectos del incremento gradual del voltaje del estímulo. Aumente el voltaje en 10 mV (1) y luego seleccione *Estímulo único* (2). Seleccione *Registrar datos* (3) después de cada ejecución. Repita este paso hasta que estimule el axón a 50 mV y luego seleccione *Registrar datos* (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

Deténgase y piense en la pregunta: un aumento de K^+ extracelular despolarizaría una neurona. Esta despolarización ocurriría si las neuronas estuvieran dañadas. De lo que acaba de aprender sobre la generación de un potencial de acción, ¿Qué efecto tendría esto en los axones cercanos? Las membranas axonales cercanas _____.

- tienen potenciales de acción más pequeños de lo normal.
- son despolarizadas a valores cercanos o superiores a los voltajes del umbral.
- tienen potenciales de acción que son más rápidos de lo normal.
- Se despolarizará aún más a valores por debajo de los voltajes del umbral.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. El voltaje umbral en un axón suele ser
- menos negativo que el potencial de membrana en reposo.
 - más negativo que el potencial de membrana en reposo.
 - logrado en el laboratorio aplicando -20 mV.
 - el mismo valor que el potencial de membrana en reposo.










2. Si un potencial de receptor graduado hace que el potencial de membrana en reposo del axón sea más negativo (por ejemplo, -70 mV cambia a -75 mV), se esperaría que
 - sea más fácil para este axón alcanzar el voltaje umbral.
 - los potenciales de acción subsiguientes sean de menor duración.
 - ningún cambio en la capacidad de este axón para alcanzar el voltaje umbral.
 - sea más difícil para este axón alcanzar el voltaje umbral.
3. No alcanzar el voltaje umbral en el axón de una neurona sensorial podría deberse a
 - generación de un potencial receptor que hace que el potencial de membrana axonal en reposo sea más negativo.
 - un potencial receptor despolarizante insuficiente.
 - aplicación de la modalidad de estímulo incorrecta.
 - Todas las anteriores.

Hoja de revisión

1. Defina el término *umbral* según se aplique a un potencial de acción.
2. ¿Qué cambio en el potencial de membrana (despolarización o hiperpolarización) desencadena un potencial de acción?
3. ¿Cómo cambió el potencial de acción en R1 (o R2) a medida que aumentaba el voltaje del estímulo por encima del voltaje umbral? ¿Qué tan bien se compararon los resultados de su predicción?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Cómo cambiará el potencial de acción en R1 (o R2) a medida que continúe aumentando el voltaje del estímulo?
El software despliega su respuesta anterior.
4. Un potencial de acción es un evento de “todo o nada”. Explique lo que se quiere decir con esta frase.
5. ¿Qué parte de la neurona se investigó en esta actividad?

Neurofisiología de los impulsos nervioso: El potencial de acción: medir sus períodos refractarios absoluto y relativo

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 3 la actividad 5

Ejercicio 3: Neurofisiología de los impulsos nerviosos	
Actividad 1: El potencial de la membrana en reposo	
Actividad 2: Potencial de receptor	
Actividad 3: El potencial de acción: umbral	
Actividad 4: El potencial de acción: importancia de los canales Na^+ activados por voltaje	
Actividad 5: El potencial de acción: medir sus períodos refractarios absoluto y relativo	
Actividad 6: El potencial de acción: codificación de la intensidad del estímulo	
Actividad 7: El potencial de acción: velocidad de conducción	
Actividad 8: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores	
Actividad 9: El potencial de acción: unirlos todo	

Objetivos

- Definir inactivación cuando se aplica a un canal de sodio dependiente de voltaje.
- Definir el período refractario absoluto y período refractario relativo de un potencial de acción.
- Definir la relación entre la frecuencia de los estímulos y la generación de potenciales de acción.

Introducción

El período refractario es el pequeño momento en el que la membrana pasa de ser totalmente insensible ante un segundo estímulo, a recuperar su sensibilidad; está conformado por 2 momentos críticos, el período refractario absoluto y período refractario relativo. El período absoluto inicia cuando la membrana alcanza su nivel umbral, en ese momento las compuertas de activación e inactivación de algunos canales de Na^+ se abren y provocan que los iones de sodio fluyan masivamente al interior de la célula despolarizando la membrana y enviando un estímulo eléctrico para que más canales de Na^+ se abran (Ríos, Duque & Barco, 2020).

A medida que la fase de repolarización avanza, más canales de Na^+ entran en estado de reposo, por lo que la membrana se va haciendo cada vez más sensible para responder a nuevos estímulos despolarizantes. Este proceso es llamado período refractario relativo, que

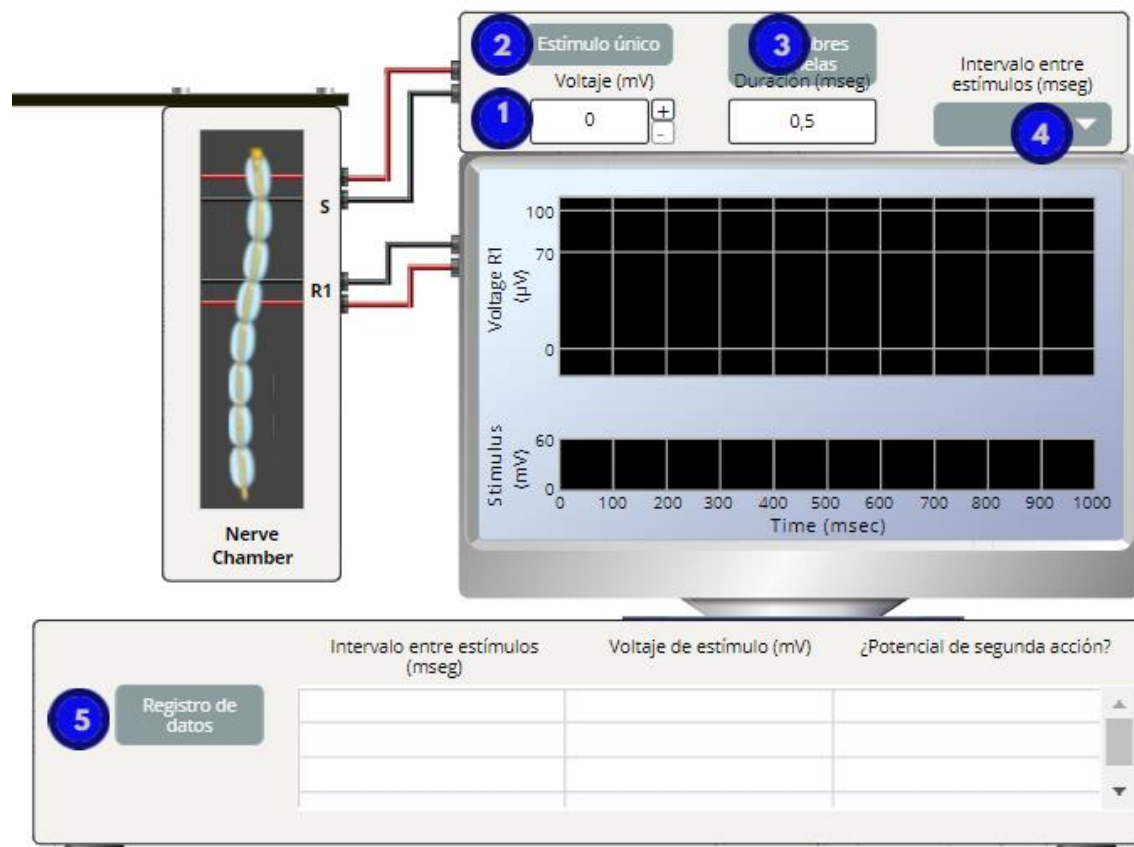
se extiende desde la última etapa del primer tercio de la repolarización hasta el inicio de la posdespolarización (Ríos, Duque & Barco, 2020).

En esta actividad se van a explorar las consecuencias que tienen los estados de conformación de los canales activados por voltaje para la generación de nuevos potenciales de acción.

Cuestionario previo

1. ¿Cuál de las siguientes opciones ocurre después del pico del potencial de acción?
 - La membrana se repolariza.
 - Los canales de K^+ controlados por voltaje están abiertos.
 - Los canales de Na^+ dependientes del voltaje están inactivos.
 - Todos estos ocurren.
2. ¿Qué se entiende por inactivación del canal de Na^+ ?
 - El canal de Na^+ se abre cuando la membrana alcanza el umbral.
 - El canal de Na^+ ya no permite que los iones pasen a través de él.
 - El canal de Na^+ permite que los iones Na^+ difundan fuera de la célula.
 - El canal de Na^+ permite que los iones K^+ difundan fuera de la célula.
3. ¿Qué sucede cuando el K^+ es controlado por el voltaje de los canales abiertos?
 - Los iones de K^+ se pueden difundir fuera de la célula.
 - La membrana se repolariza desde el pico del potencial de acción.
 - Se vuelve más difícil para un estímulo posterior despolarizar la membrana hasta el umbral.
 - Todos estos ocurren.
4. Es más difícil generar un segundo potencial de acción poco después del primer potencial de acción porque
 - los canales de Na^+ dependientes de voltaje están desactivados.
 - los canales de K^+ dependientes de voltaje están abiertos.
 - la salida de iones K^+ se opone a una despolarización hacia el umbral.
 - todo esto hace que sea más difícil generar un segundo potencial de acción.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. La duración del estímulo está establecida en 0,5 milisegundos. Establezca el voltaje umbral a 20 mV, pulsando el botón + situado junto al indicador de voltaje (1). Este voltaje es la despolarización que se producirá en el electrodo de estimulación. Seleccione *Estímulo único* (2) para enviar un impulso al axón y observe el potencial de acción a esta escala de tiempo.
2. Ahora debe enviar a la célula dos estímulos sucesivos separados por 250 milisegundos. Establezca el intervalo entre estímulos en 250 milisegundos, seleccionando 250 en el menú desplegable (4). Seleccione *Estímulo doble* (3) y observe el resultado. Seleccione *Registrar datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
3. Disminuya el intervalo entre estímulos a 125 milisegundos (4). Seleccione *Estímulo doble* (3) y observe el trazado resultante. *Registre los datos* (5).
4. Repita el paso número 3 disminuyendo el intervalo entre estímulos a 60 milisegundos (4). Tenga en cuenta que, en este intervalo de estímulo, el segundo estímulo no generó un potencial de acción.
5. Se puede generar un segundo potencial de acción con este intervalo de estímulo, pero debe aumentarse la intensidad del estímulo. Este intervalo es parte del período

refractario relativo, el tiempo después de un potencial de acción cuando se puede generar un segundo potencial de acción si la intensidad del estímulo es mayor.

6. Aumente la intensidad del estímulo en 5 mV (1), seleccione *Estímulo doble* (3). Repita este paso hasta que genere un segundo potencial de acción, sumando cada vez 5mV al estímulo. Al conseguir el segundo potencial de acción, registre los datos (5). Deténgase y piense: El umbral se puede definir como el voltaje mínimo necesario para generar un potencial de acción. ¿Es el umbral para el primer potencial de acción igual o diferente del umbral para el segundo potencial de acción con un intervalo de 60 msec?
 - El umbral para el primer potencial de acción es más bajo que el umbral para el segundo potencial de acción.
 - El umbral para el primer potencial de acción es el mismo que el umbral para el segundo potencial de acción.
 - El umbral para el primer potencial de acción es más alto que el umbral para el segundo potencial de acción.

Prediga: Si disminuye aún más el intervalo entre los estímulos, ¿cambiaría el umbral para el segundo potencial de acción?

- El umbral para el segundo potencial de acción será menor (requiere una despolarización menor).
 - El umbral para el segundo potencial de acción no cambiará.
 - El umbral para el segundo potencial de acción será más alto (requiere una despolarización mayor)-
7. Ahora debe reducir el intervalo hasta que vuelva a fallar el segundo potencial de acción. Disminuya el intervalo entre los estímulos en un 50% (4) y seleccione *Estímulo doble* (3). Cuando el segundo potencial de acción falle, registre los datos (5).
 8. Repita el paso número 6.
 9. Ahora determine el intervalo entre estímulos en el que no se puede generar un segundo potencial de acción, sin importar cuán intenso sea el estímulo. Aumente la intensidad del estímulo a 60 mV (1) (el voltaje más alto). Disminuya el intervalo entre estímulos en un 50% (4) y luego seleccione *Estímulo doble* (3) para aplicar dos impulsos. Repita este paso hasta que falle el segundo potencial de acción.

El intervalo en el que falla el segundo potencial de acción es el período refractario absoluto, el tiempo después de un potencial de acción cuando la neurona no puede disparar un segundo potencial de acción, sin importar cuán intenso sea el estímulo.

Seleccione *Registrar datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).










1. ¿Cuál es el umbral original para esta neurona?
 - Una despolarización de 20 mV a 50 mV.
 - Una despolarización de 30 mV a 40 mV.
 - Una despolarización de 45 mV a 25 mV.
 - Una despolarización de 60 mV a 10 mV.
2. A medida que disminuye el intervalo entre estímulos, la despolarización necesaria para generar el segundo potencial de acción
 - aumenta.
 - se mantiene igual.
 - disminuye.
 - nunca hay un segundo potencial de acción.
3. A juzgar por sus resultados, ¿qué periodo de tiempo después del primer potencial de acción describe mejor el periodo refractario relativo (el momento en que se puede generar un segundo potencial de acción solo si se aumenta la intensidad del estímulo)?
 - 125-250 milisegundos.
 - 60-125 milisegundos.
 - 7.5-60 milisegundos.
 - Menos de 3.5 milisegundos.
4. ¿En qué intervalo entre estímulos falló el segundo potencial de acción, independientemente de la intensidad del estímulo?
 - 250 milisegundos.
 - 60 milisegundos.
 - 15 milisegundos.
 - 3.75 milisegundos.
5. ¿Cuál es el periodo refractario absoluto de esta neurona?
 - 250 milisegundos.
 - 60 milisegundos.
 - 15 milisegundos.
 - 3.75 milisegundos.

Hoja de revisión

1. Defina la inactivación tal como se aplica a un canal de sodio dependiente de voltaje.
2. Defina el periodo refractario absoluto.
3. ¿Cómo cambió el umbral para el segundo potencial de acción a medida que disminuyó aún más el intervalo entre los estímulos? ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: Si disminuye aún más el intervalo entre estímulos, ¿cambiará el umbral para el segundo potencial de acción?
El software despliega su respuesta anterior.
4. ¿Por qué es más difícil generar un segundo potencial de acción durante el periodo refractario relativo?

Neurofisiología de los impulsos nerviosos: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 3 la actividad 8

Ejercicio 3: Neurofisiología de los impulsos nerviosos	
Actividad 1: El potencial de la membrana en reposo	
Actividad 2: Potencial de receptor	
Actividad 3: El potencial de acción: umbral	
Actividad 4: El potencial de acción: importancia de los canales Na^+ activados por voltaje	
Actividad 5: El potencial de acción: medir sus períodos refractarios absoluto y relativo	
Actividad 6: El potencial de acción: codificación de la intensidad del estímulo	
Actividad 7: El potencial de acción: velocidad de conducción	
Actividad 8: Transmisión sináptica química y liberación de neurotransmisores	
Actividad 9: El potencial de acción: unirlo todo	

Objetivos

- Definir neurotransmisor, sinapsis química, vesícula sináptica y potencial postsináptico.
- Determinar el papel de los iones calcio en la liberación del neurotransmisor.

Introducción

La sinapsis hace referencia a la unión que le permite a una neurona transmitir una señal eléctrica o química a otra célula. Este proceso es fundamental para la función neuronal. En este, la membrana plasmática de la neurona presináptica se acerca estrechamente a la membrana de la neurona postsináptica; el espacio resultante entre ellas es conocido como hendidura sináptica (entre 12 y 20 nm). El elemento presináptico en su mayoría es un terminal axónico; en una sinapsis química este va a liberar una sustancia química llamada neurotransmisor, que se difunde a través de la hendidura sináptica, interactúa con los receptores postsinápticos y posteriormente hace de puente uniendo las dos neuronas (Gómez, 2011).

La liberación del neurotransmisor se da luego de que comienza a desencadenarse un impulso nervioso que produce un cambio brusco en un punto de la membrana de la neurona; este cambio es conocido como *potencial de acción*. El potencial de acción recorre la membrana del axón rápidamente de forma que la neurona emite impulsos nerviosos decenas de veces por segundo. Al llegar al final del axón, los cambios en el potencial eléctrico provocan

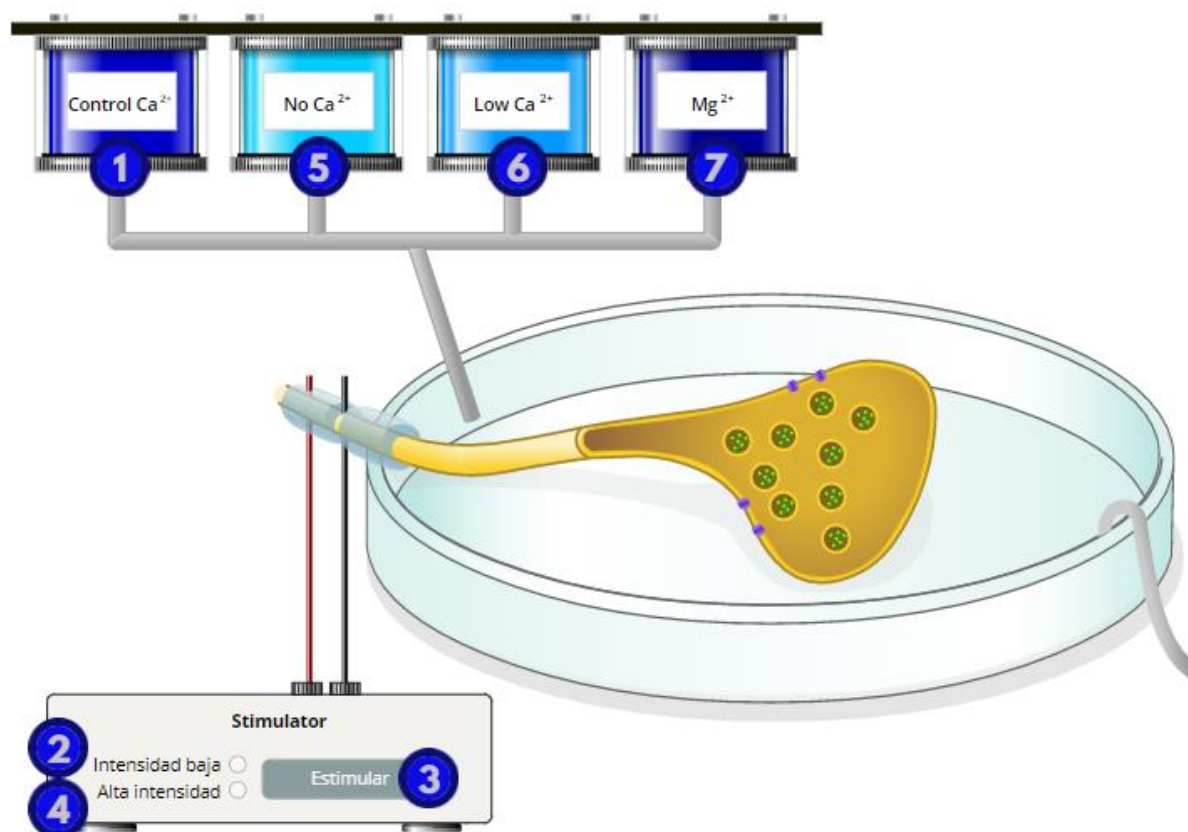
la liberación de los neurotransmisores que se encontraban almacenados en vesículas sinápticas. La unión del neurotransmisor con las moléculas receptoras de la neurona postsináptica provoca que se dé el impulso eléctrico (Gómez, 2011).

En esta actividad, a partir de la visualización del axón terminal de una neurona ampliado, se explorará la liberación de neurotransmisores, con base en la cantidad de calcio que ingresa desde el exterior de la célula a través de los canales de calcio presentes en la membrana y que son abiertos debido a un potencial de acción.

Cuestionario previo

1. El final del axón donde contacta con su objetivo es llamado
 - cuerpo de la celda.
 - miel.
 - terminal de axón.
 - núcleo.
2. El neurotransmisor es liberado dentro de la brecha sináptica por
 - exocitosis.
 - canales de neurotransmisores de la tensión.
 - contracción de los músculos.
 - la membrana postsináptica de la célula objetivo.
3. La exocitosis del neurotransmisor desde el terminal del axón es disparada por el incremento en la concentración intracelular de
 - Na^+
 - K^+
 - Ca^{2+}
 - Nada de lo anterior.
4. El neurotransmisor liberado dentro de la brecha sináptica alcanza la célula objetivo por
 - exocitosis.
 - difusión.
 - contracción de los músculos.
 - conducción por el axón.
5. En el objetivo el neurotransmisor
 - se une a las proteínas de los receptores.
 - hace que los canales de membrana se abran o cierren.
 - causa un cambio en el potencial de la membrana.
 - Todo lo anterior.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Seleccione la solución extracelular control de Ca^{2+} (1) para llenar la placa de Petri.
2. Seleccione Intensidad baja (2) en el estimulador y luego seleccione *Estimular* (3) para estimular la neurona (axón) con un estímulo umbral que genere una baja frecuencia de potenciales de acción. Observe la liberación del neurotransmisor.
3. Repita el paso 2 pero seleccionando Intensidad alta (4) para aplicar un estímulo más largo e intenso que genere una explosión de potenciales de acción. Deténgase y piense en la pregunta: ¿Por qué la intensidad del estímulo afecta la cantidad de neurotransmisor liberado en el axón terminal?
 - La intensidad del estímulo afecta directamente la cantidad de calcio que ingresa al axón terminal.
 - La intensidad del estímulo afecta proporcionalmente el número de vesículas sinápticas que descargan su contenido en la hendidura sináptica.
 - La intensidad del estímulo afecta directamente la cantidad de neurotransmisor liberado por la vesícula sináptica.
 - Ambos “La intensidad del estímulo afecta directamente la cantidad de calcio que ingresa al axón terminal” y “La intensidad del estímulo afecta

proporcionalmente el número de vesículas sinápticas que descargan su contenido en la hendidura sináptica” son correctos.

Prediga: Acaba de observar que cada potencial de acción en una ráfaga puede desencadenar una liberación adicional de neurotransmisores. Si los iones de calcio se eliminan de la solución extracelular, ¿qué pasará con la liberación de neurotransmisores en el axón terminal?

- No habrá cambios en la liberación de neurotransmisores.
- Habrá más liberación de neurotransmisores.
- Habrá menos liberación de neurotransmisores.
- No habrá liberación de neurotransmisores.

4. Repita los pasos 1 a 3 utilizando la solución extracelular sin Ca^{2+} (5).

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Por qué no hay liberación de neurotransmisores desde el axón terminal cuando no hay iones de calcio en la solución extracelular?

- La propagación de potencial de acción en el axón depende de calcio.
- Los canales de neurotransmisores en la terminal nerviosa dependen del calcio.
- La exocitosis de las vesículas sinápticas depende del calcio.
- Nuestra visualización de la liberación de neurotransmisores depende de calcio.

Prediga la pregunta: ¿Qué pasará con la liberación de neurotransmisores cuando se agreguen cantidades bajas de calcio a la solución extracelular?

- Todavía no habrá liberación de neurotransmisores.
- La liberación de neurotransmisores aumentará una pequeña cantidad.
- La liberación de neurotransmisores aumentará hasta los niveles de control.
- La liberación de neurotransmisores aumentará por encima de los niveles de control.

5. Repita los pasos 1 a 3 utilizando la solución extracelular baja en Ca^{2+} (6).

6. El ion magnesio (Mg^{2+}) es otro ion divalente y puede competir con el calcio y bloquear su papel en la liberación de neurotransmisores.

7. Seleccione la solución extracelular de Mg^{2+} (7) para llenar la placa Petri, tenga en cuenta que esta solución contiene la misma cantidad de Ca^{2+} como solución de control. Prediga la pregunta: ¿Qué pasará con la liberación de neurotransmisores cuando se agregue magnesio a la solución extracelular?

- No habrá liberación de neurotransmisores.
- Habrá menos liberación de neurotransmisores que en la solución de control.
- La liberación de neurotransmisores será la misma que la de la solución control.
- La liberación de neurotransmisores será mayor que en la solución de control.

8. Repita los pasos 2 y 3.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Por qué la estimulación de alta intensidad no desencadenó la misma cantidad de liberación de neurotransmisores en presencia de la solución extracelular de Mg^{2+} como la solución extracelular de control?

- Mg^{2+} bloquea los canales de calcio en el axón terminal.
- Mg^{2+} bloquea la propagación del potencial de acción en el axón.
- Mg^{2+} bloquea los canales de sodio activados por voltaje en el axón.
- Mg^{2+} bloquea los canales de exocitosis en el axón.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. ¿Cómo es el neurotransmisor almacenado en la terminal del axón una vez que es liberado?
 - Vinculado a la mitocondria.
 - Vinculado a Ca^{2+} canales.
 - Contenidos en los vehículos sinápticos.
 - El transmisor se mueve libremente por toda la terminal del axón.
2. ¿Los neurotransmisores son moléculas liberadas una a la vez o en paquetes?
 - Una a la vez.
 - En paquetes.
 - Ambos a la vez y en paquetes.
 - Los neurotransmisores no son liberados.
3. Con la normal concentración extracelular de calcio, (Ca^{2+}), cuando la acción potencial alcanza la terminal del axón él dispara
 - la contracción de la terminal del axón.
 - liberación de neurotransmisores por exocitosis.
 - una reacción química en la que Ca^{2+} se convierte en Mg^{2+}
 - Sin respuesta.
4. Comparando la baja intensidad de estímulos con la alta intensidad de estímulos, la alta intensidad de estímulos causa
 - más neurotransmisores que se liberaran de cada vesícula sináptica.
 - más vesículas sinápticas para sufrir exocitosis.
 - menos vesículas sinápticas para sufrir exocitosis.
 - una reacción química en la que Ca^{2+} se convierte en Mg^{2+}

Hoja de revisión

1. Cuando aumenta la intensidad del estímulo, ¿qué cambia: el número de vesículas sinápticas liberadas o la cantidad de neurotransmisor por vesícula?
2. ¿Qué sucedió con la cantidad de neurotransmisor liberado cuando cambió del líquido extracelular de control al líquido extracelular sin Ca^{2+} ? ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: Acaba de observar que cada potencial de acción en una ráfaga puede desencadenar una liberación adicional de

neurotransmisores. Si los iones de calcio se eliminan de la solución extracelular, ¿qué pasará con la liberación de neurotransmisores en el axón terminal?

El software despliega su respuesta anterior.

3. ¿Qué sucedió con la cantidad de neurotransmisor liberado cuando cambió del líquido extracelular de control al líquido extracelular sin Ca^{2+} ? ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué pasará con la liberación de neurotransmisores cuando se agregue magnesio a la solución extracelular?

El software despliega su respuesta anterior.

4. ¿Cómo se liberó el neurotransmisor en el líquido extracelular de Mg^{2+} en comparación con el líquido extracelular de control? ¿Qué tan bien se comparó el resultado con su predicción?





Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué pasará con la liberación de neurotransmisores cuando se agregue magnesio a la solución extracelular?

El software despliega su respuesta anterior.



Fisiología del sistema endocrino: Metabolismo y hormona tiroidea

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 4 la actividad 1

Ejercicio 4: Fisiología del sistema endocrino	
Actividad 1: Metabolismo y hormona tiroidea	
Actividad 2: glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus	
Actividad 3: Terapia de reemplazo hormonal	
Actividad 4: Medición de cortisol y hormona adrenocorticotrópica	

Objetivos

- Comprender los términos: metabolismo, tasa metabólica basal (TMB), hormona estimulante de la tiroides (TSH), tiroxina, bocio, hipotiroidismo, hipertiroidismo, tiroidectomizado e hipofisectomizado.
- Observar cómo los mecanismos de retroalimentación negativa regulan la liberación de las hormonas.
- Comprender el papel de la tiroxina en el mantenimiento de la tasa metabólica basal.
- Comprender el efecto de la TSH sobre la tasa metabólica basal.
- Comprender el papel del hipotálamo en la regulación de la secreción de tiroxina y TSH.

Introducción

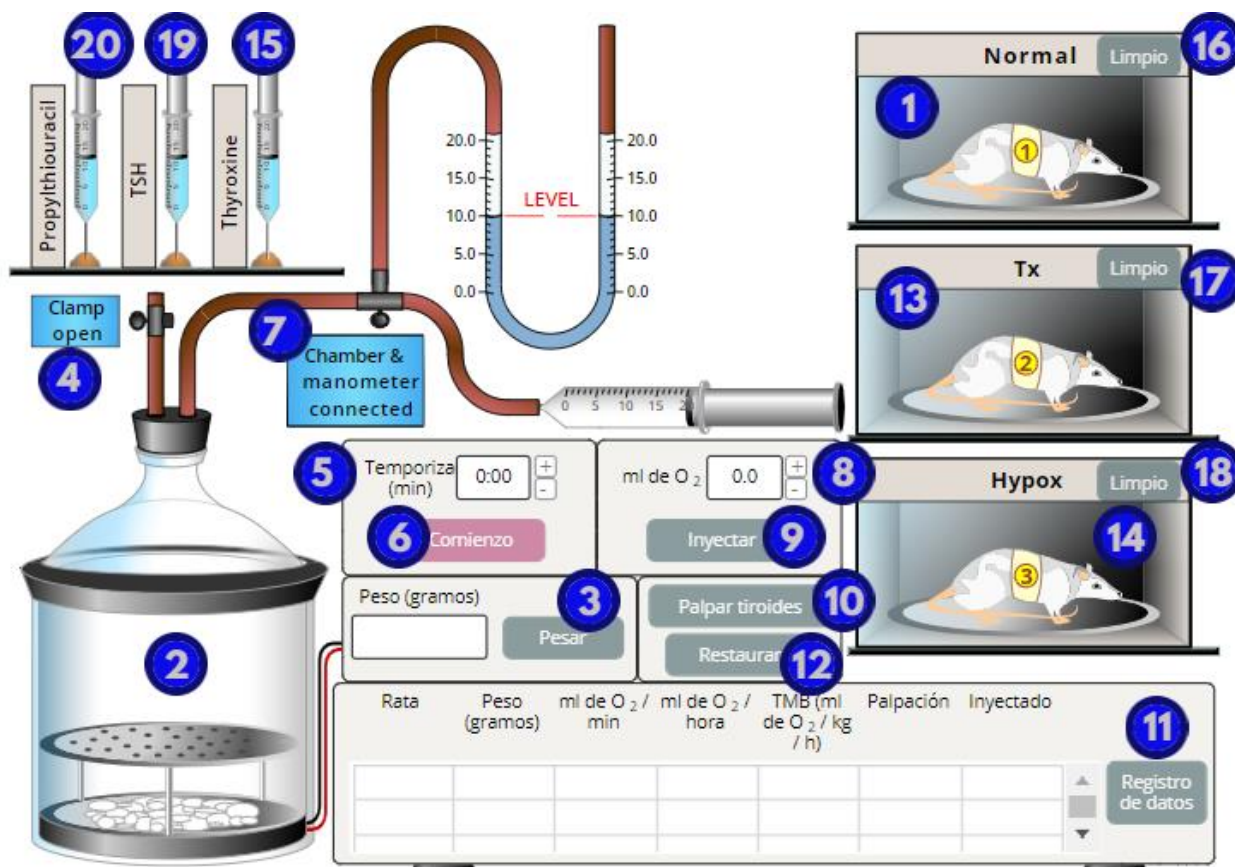
La glándula tiroides y las hormonas que secreta son fundamentales para regular el crecimiento y desarrollo del ser humano. La tiroxina es la principal hormona liberada por la tiroides y se considera una prohormona; está la triyodotironina (T3) y la TSH u hormona estimulante de la tiroides (García, 2016). En esta actividad se explorarán los efectos de la tiroxina y la TSH en la tasa metabólica de tres ratas: una rata normal, una rata tiroidectomizada, es decir, que se le extirpó la glándula tiroides y una rata hipofisectomizada, que se le extirpó la glándula pituitaria, inyectándoles tiroxina, TSH y con propiltiouracilo (fármaco que inhibe la producción de tiroxina) para notar las diferencias y entender con más claridad los términos de esta práctica.

Cuestionario previo

1. ¿Cuál de los siguientes enunciados sobre el metabolismo es falso?
 - El anabolismo se refiere a las reacciones químicas que construyen moléculas más grandes y más complejas.
 - El catabolismo se refiere a las reacciones químicas que descomponen las grandes y complejas moléculas en moléculas más pequeñas.

- La energía liberada en el metabolismo puede estar en forma de calor.
 - Toda la energía del metabolismo se almacena en última instancia en los vínculos químicos de ATP.
2. La tiroxina es
- conocida también como triiodotironina.
 - secretada por la glándula tiroides, ubicada en el cuello.
 - la hormona más importante para mantener la tasa metabólica y la temperatura del cuerpo.
 - controlada por T4 secretada de la hipófisis.
3. La hormona estimulante de la tiroides (TSH) es
- transportada a través de la sangre hasta su tejido objetivo, el hipotálamo.
 - producida en la glándula de pituitario.
 - secretada por la hipófisis posterior.
 - el principal regulador de la secreción de tirotropina.
4. Una inyección de TSH a un animal normal causará lo siguiente:
- Disminución de los niveles de secreción de T₄.
 - Aumento de los niveles de secreción de TRH.
 - Hipotiroidismo.
 - Desarrollo de bocio.
5. La hormona liberadora de tirotropina (TRH) es
- secretada por el hipotálamo.
 - el estimulante de la producción de T₄ en la glándula pituitaria.
 - mantenida en una baja concentración de plasma por bajos niveles de TSH.
 - producida en la glándula pituitaria.
6. ¿Cuál de los siguientes enunciados es verdadero?
- La TRH viaja desde el hipotálamo hasta la glándula tiroidea a través del sistema de portal hipotalámico-tiroideo.
 - El hipotálamo secreta principalmente hormonas tróficas que estimulan la secreción de otras hormonas.
 - Tanto TRH como TSH son bebidas de frutas tropicales.
 - Cuando los niveles de tiroxina de plasma son bajos, el hipotálamo secretará TSH y estimulará la glándula pituitaria para secretar más TRH.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

Parte 1: Determinación de la tasa metabólica basal (TMB) de cada una de las 3 ratas.

1a. Arrastre la rata normal (1) hasta la cámara (2) para medir su TMB.

1b. Determine su peso (3).

1c. Cierre la pinza del tubo de la izquierdo (4), para evitar que el aire exterior entre en la cámara, y garantice que el único oxígeno que respira la rata es el del interior del sistema cerrado.

1d. Configure el tiempo en el temporizador a un minuto (5), seleccione *Iniciar* (6) para medir la cantidad de oxígeno consumido por la rata en un minuto en la cámara sellada. Observe lo que sucede con los niveles de agua en el manómetro a medida que avanza el tiempo.

1e. Seleccione la perrilla del conector en forma de T (7) para enlazar el manómetro y la jeringa.

1f. Abra la pinza del tubo de la izquierdo (4) para que la rata pueda respirar aire del exterior.

1g. Observe la diferencia entre el nivel de los brazos izquierdo y derecho del manómetro. Calcule el volumen de O_2 que necesitará inyectar para igualar los niveles de los brazos. Este volumen es equivalente a la cantidad de oxígeno que consumió la rata durante el minuto en

la cámara sellada. Seleccione el botón de ml O₂ (8) hasta alcanzar al volumen estimado. Luego seleccione *Inyectar* (9) y observe lo que sucede con el fluido en los dos brazos. Cuando se equiparen los niveles, aparecerá la palabra nivel y permanecerá en pantalla.

Si no inyectó suficiente oxígeno, la palabra “nivel” no aparecerá, de ser así aumente el volumen (8) e Inyecte (9) nuevamente.

Si ha inyectado demasiado oxígeno, la palabra “nivel” parpadeará y luego desaparecerá. Disminuya el volumen (8) e Inyecte (9) de nuevo. Registre los datos (11) cuando los niveles se igualen.

1h. Calcule el consumo de oxígeno por hora mediante la ecuación brindada por el programa. Ingrese el resultado de consumo de oxígeno por hora y seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados.

1i. Calcule la tasa metabólica por kilogramo de peso corporal con la ecuación brindada por el programa. Ingrese el valor calculado y pulse en *Enviar* (Submit).

1j. Para comprobar si hay bocio seleccione *Palpar Tiroides* (10). Registre los datos (11).

1k. Arrastre la rata desde la cámara (2) hasta su jaula (1), seleccione *Restaurar* (12), para restablecer el aparato a su estado inicial.

Prediga el ítem: Haga una predicción sobre la tasa metabólica basal (TMB) de las ratas restantes en comparación con la TMB de la rata normal que acaba de medir.

- La TMB de la rata tiroidectomizada (Tx) será la misma que la TMB de la rata normal.
- La TMB de la rata hipofisectomizada (Hypox) será más alta que la TMB de la rata normal.
- La TMB de las dos ratas restantes será más baja que la TMB de la rata normal.
- No podrá medir la TM de las ratas restantes.

2a-2k. Repita los pasos de 1a-1k usando la rata tiroidectomizada Tx (13).

3a-3k. Repita los pasos de 1a-1k usando la rata hipofisectomizada Hypox (14).

Deténgase y piense en la pregunta: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides; TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800).

La rata normal es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en el siguiente ítem: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides; TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800).

La rata tiroidectomizada (Tx) es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en el ítem: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800)

La rata hipofisectomizada (Hypox) es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Prediga la pregunta: ¿Qué cree que pasará después de inyectar tiroxina a las tres ratas?

- La rata normal se volverá hipertiroidea y desarrollará un bocio.
- La rata tiroidectomizada se volverá hipertiroidea y desarrollará un bocio.
- La rata hipofisectomizada se volverá hipertiroidea y desarrollará un bocio.
- La rata normal se volverá hipertiroidea pero no desarrollará un bocio.

Parte 2: Determinación del efecto de la tiroxina sobre la tasa metabólica de las tres ratas.

4a. Arrastre la jeringa con tiroxina (15) hasta la parte trasera de la rata normal (1). Suelte la jeringa para inyectar tiroxina. (En esta simulación, los efectos de la inyección son inmediatos. En una situación real de laboratorio, se tendría que inyectar tiroxina diariamente a las ratas durante 1-2 semanas).

4b. Siga los pasos 1-3 de la primera parte.

4c. Arrastre la rata de la cámara (2) a su jaula (1) y luego seleccione *Limpiar* (16) para eliminar los rastros de tiroxina en la rata y limpiar la jeringa. (En este experimento, la tiroxina se elimina instantáneamente. En una situación real de laboratorio, la eliminación tomaría semanas o requeriría usar una rata diferente).

5a-5c. Repita los pasos 4a-4c usando la rata tiroidectomizada (13). Limpie (16) para eliminar los rastros de tiroxina en la rata y limpiar la jeringa.

6a-6c. Repita los pasos 4a-4c usando la rata hipofisectomizada (14). Limpie (16) para eliminar los rastros de tiroxina en la rata y limpiar la jeringa.

Deténgase y piense en la pregunta: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de tiroxina.

La rata normal es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en el ítem: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de tiroxina.

La rata tiroidectomizada es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en el ítem pregunta: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de tiroxina.

La rata hipofisectomizada es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál de las ratas desarrolló bocio después de la inyección de tiroxina?

- La rata normal.
- La rata tiroidectomizada.
- La rata hipofisectomizada.
- Ninguna de las ratas desarrolló bocio con esta inyección.

Prediga la pregunta: ¿Qué cree que pasará después de inyectar TSH en las 3 ratas?

- La rata normal se volverá hipertiroidea y desarrollará un bocio.
- La rata tiroidectomizada se volverá hipertiroidea y desarrollará un bocio.
- La inyección no tendrá ningún efecto en la rata hipofisectomizada y por lo tanto, no desarrollará un bocio.
- La rata normal se volverá hipertiroidea y no desarrollará un bocio.

Parte 3: Determinación del efecto de la TSH sobre la tasa metabólica de las tres ratas.

7a. de igual forma que en la parte 2, arrastre la jeringa con TSH (19) hasta las extremidades posteriores de la rata normal (1). Siga los pasos 1-3 de la primera parte.

7c. Arrastre la rata desde la cámara (2) a su jaula (1), seleccione *Limpiar* (16) para borrar los restos de TSH en la rata y limpiar la jeringa.

8a-8c. Repita los pasos 7a-7c usando la rata tiroidectomizada (13).

9a-9c. Repita los pasos 7a-7c usando la rata hipofisectomizada (14).

Deténgase y piense en el ítem: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de TSH

La rata normal es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en la pregunta: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de TSH

La rata tiroidectomizada (Tx) es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en el ítem: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de TSH

La rata hipofisectomizada (Hypox) es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál de las ratas desarrolló bocio después de la inyección de TSH?

- La rata normal.
- La rata tiroidectomizada.
- La rata hipofisectomizada.
- Ninguna de las ratas desarrolló bocio con esta inyección.

Prediga la pregunta: El propiltiouracilo (PTU) es un fármaco que inhibe la producción de tiroxina al bloquear la unión del yodo a los residuos de tirosina en las células del folículo de la glándula tiroidea (las tirosinas yodadas se unen para formar tiroxina). ¿Qué cree que pasará después de inyectar PTU en las 3 ratas?

- La rata normal se volverá hipertiroidea y desarrollará un bocio.
- La rata tiroidectomizada se volverá hipotiroidea y desarrollará un bocio.
- La rata hipofisectomizada se volverá hipotiroidea y desarrollará un bocio.
- La rata normal se volverá hipotiroidea y desarrollará un bocio.

Parte 4: Determinación del efecto del propiltiouracilo sobre la tasa metabólica de las 3 ratas.

10a. Arrastre la jeringa con propiltiouracilo (20) hasta los cuartos traseros de la rata normal (1). Inyecte el propiltiouracilo a la rata.

10b. Siga los mismos procedimientos 1-3 de la primera parte.

10c. Arrastre la rata desde la cámara (2) a su jaula (1), seleccione *Limpiar* (16) para eliminar los restos de propiltiouracilo en la rata y limpiar la jeringa.

11a-11c. Repita los pasos 10a-10c usando la rata tiroidectomizada (13).

12a-12c. Repita los pasos 10a-10c usando la rata hipofisectomizada (Hypox).

Deténgase y piense en la pregunta: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de PTU

La rata normal es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en el ítem: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides, TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de PTU

La rata tiroidectomizada (Tx) es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en el ítem: A juzgar por sus tasas metabólicas basales (un indicador de la función tiroidea), clasifique a las ratas como hipotiroideas (niveles bajos de tiroides; TMB por debajo de 1600), eutiroideas (niveles de tiroides “buenos” o normales; TMB =1650-1750) o hipertiroideas (niveles altos de tiroides; TMB superior a 1800) después de la inyección de PTU

La rata hipofisectomizada (Hypox) es

- hipotiroidea.
- eutiroidea.
- hipertiroidea.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál de las ratas desarrolló bocio después de la inyección de PTU?

- La rata normal.
- La rata tiroidectomizada.
- La rata hipofisectomizada.
- Ninguna de las ratas desarrolló bocio con esta inyección

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. ¿Cómo trataría a un animal tiroidectomizado para que funcione como un animal “normal”?
 - Proporcionar los suplementos de TRH.
 - Proporcionar los suplementos de TSH animal.
 - Proporcionar los suplementos de T4 animal.
 - Proporcionar los suplementos de yodo animal y tirosina.
2. Como resultado de la hormona faltante en la rata hipofisectomizada, ¿cuál podría ser un síntoma esperado?
 - Pérdida de peso no inexplicable.
 - Hiperactividad.
 - Alta temperatura del cuerpo.
 - Disminución de la tasa metabólica basal.
3. ¿Qué producirá una inyección de tiroxina a una rata normal?
 - Desarrollo de un bocio.
 - Hipertiroidismo.
 - Altos niveles de secreción de TSH.
 - Altos niveles de secreción de TRH.
4. ¿Por qué ninguna de las ratas desarrolló un bocio después de una inyección de tiroxina?
 - En todos los casos, los niveles de TSH no fueron elevados por la inyección de tiroxina.
 - En todos los casos se aumentaron los niveles de TRH.
 - En todos los casos, se perdió la respuesta de la glándula tiroidea a la TRH.
 - En todos los casos, se han visto afectados los mecanismos de realimentación negativos.
5. ¿Por qué la rata normal desarrollo un bocio palpable con la inyección de TSH?
 - Los receptores de TSH en el hipotálamo fueron sobre estimulados.
 - La cantidad de secreción de T4 en la glándula tiroidea se hizo excesiva.
 - Los receptores de TSH en la glándula tiroidea fueron excesivamente estimulados.
 - Los receptores se TRH en el hipotálamo estaban siendo sobre estimulados.
6. Una inyección de propiltiouracilo normal causará lo siguiente a un animal:
 - Cantidades excesivas de secreción de T4.
 - Desarrollo de bocio.
 - Hipertiroidismo.
 - Niveles bajos de la secreción de TSH.

7. ¿Por qué la rata normal desarrollo un bocio palpable con la inyección de propiltiouracilo?
 - La secreción de la TSH fue inhibida por la droga.
 - La cantidad de secreción de T4 por la glándula tiroidea se hizo excesiva.
 - La secreción de TRH se vio afectada por la droga.
 - La inyección redujo el mecanismo de retroalimentación negativa en la TSH.

Hoja de revisión

1. ¿Cuál rata tuvo la tasa metabólica basal (TMB) más rápida?
2. ¿Por qué las tasas metabólicas difieren entre la rata normal y las ratas alteradas quirúrgicamente? ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?
Recuerde que durante el experimento se le solicitó: Haga una predicción sobre la tasa metabólica basal (TMB) de las ratas restantes en comparación con la TMB de la rata normal que acaba de medir.
El software despliega su respuesta anterior.
3. Si un animal ha sido tiroidectomizado, ¿qué hormonas faltarían en su sangre?
4. Si un animal ha sido hipofisectomizado, ¿qué efecto esperaría observar en los niveles hormonales de su cuerpo?

Parte 2: Determinación del efecto de la tiroxina en la tasa metabólica.

5. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de tiroxina en la TMB de una rata normal?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará después de inyectar tiroxina en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.
6. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de tiroxina en la TMB de la rata tiroidectomizada?
¿Cómo se compara la TMB en este caso con la TMB de una rata normal? ¿La dosis de tiroxina en la jeringa fue demasiado grande, demasiado pequeña o simplemente correcta?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará después de inyectar tiroxina en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.
7. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de tiroxina en la TMB de la rata hipofisectomizada? ¿Cómo se compara la TMB en este caso con la TMB de una rata normal? ¿La dosis de tiroxina en la jeringa fue demasiado grande, demasiado pequeña o simplemente correcta?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará después de inyectar tiroxina en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.








Parte 3: Determinación del efecto de la TSH sobre la tasa metabólica.

8. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de hormona estimulante de la tiroides (TSH) en la TMB normal de la rata?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará después de inyectar TSH en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.

9. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de TSH sobre la TMB de la rata tiroidectomizada? ¿Cómo se compara la TMB en este caso con la TMB de una rata normal? ¿Por qué se observó este efecto?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará después de inyectar TSH en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.
10. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de TSH sobre la TMB de la rata hipofisectomizada? ¿Cómo se compara la TMB en este caso con la TMB de una rata normal? ¿La dosis de TSH en la jeringa fue demasiado grande, demasiado pequeña o simplemente correcta?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará después de inyectar TSH en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.
- Parte 4: Determinación del efecto del propiltiouracilo sobre la tasa metabólica.
11. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de propiltiouracilo (PTU) en la TMB normal de ratas? ¿Por qué esta rata desarrolló un bocio palpable?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: El propiltiouracilo (PTU) es un fármaco que inhibe la producción de tiroxina al bloquear la unión del yodo a los residuos de tirosina en las células del folículo de la glándula tiroides (las tirosinas yodadas se unen para formar tiroxina). ¿Qué cree que pasará después de inyectar PTU en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior
12. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de PTU sobre la TMB de la rata tiroidectomizada? ¿Cómo se compara la TMB en este caso con la TMB de una rata normal? ¿Por qué se observó este efecto?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: El propiltiouracilo (PTU) es un fármaco que inhibe la producción de tiroxina al bloquear la unión del yodo a los residuos de tirosina en las células del folículo de la glándula tiroides (las tirosinas yodadas se unen para formar tiroxina). ¿Qué cree que pasará después de inyectar PTU en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.
13. ¿Cuál fue el efecto de las inyecciones de PTU sobre la TMB de la rata hipofisectomizada? ¿Cómo se compara la TMB en este caso con la TMB de una rata normal? ¿Por qué se observó este efecto?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: El propiltiouracilo (PTU) es un fármaco que inhibe la producción de tiroxina al bloquear la unión del yodo a los residuos de tirosina en las células del folículo de la glándula tiroides (las tirosinas yodadas se unen para formar tiroxina). ¿Qué cree que pasará después de inyectar PTU en las tres ratas?
El software despliega su respuesta anterior.

Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 5 la actividad 1

Ejercicio 5: Dinámica cardiovascular	
Actividad 1: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 2: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 3: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 4: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 5: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba	
Actividad 6: Estudio del efecto del volumen sistólico en la actividad de la bomba	
Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas	

Objetivos

- Comprender cómo el radio de los vasos sanguíneos afecta la tasa de flujo sanguíneo.
- Comprender cómo cambia el radio de los vasos en el cuerpo.
- Aprender a interpretar la gráfica del radio de los vasos frente a la tasa del flujo sanguíneo.

Introducción

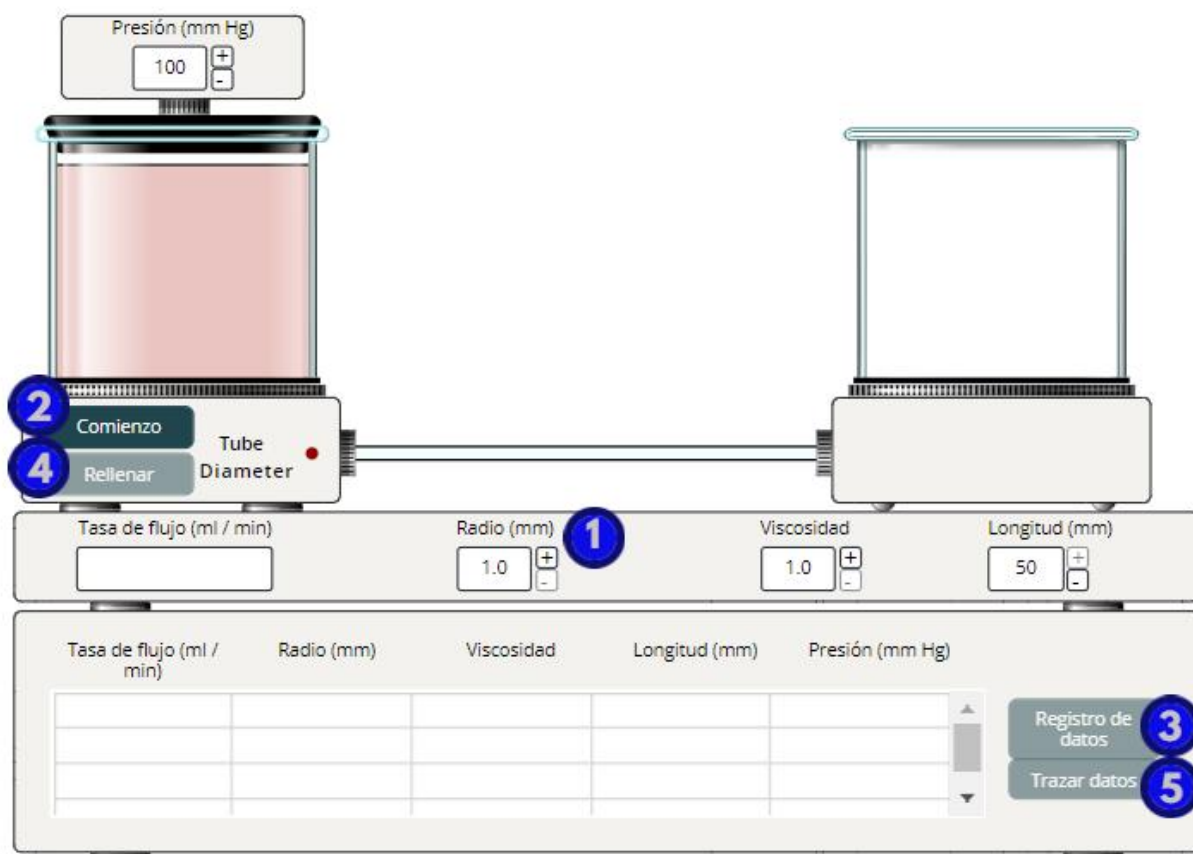
En vasos con diámetros de aproximadamente 7 micras, las células rojas de la sangre migran hacia el centro de estos, por lo que el plasma se ve más desplazado cerca de las paredes, lo cual reduce la viscosidad de la sangre. Este efecto se llama el “efecto Fahraeus-Lindqvist”. En los vasos más pequeños el diámetro interno es muy similar al tamaño de las células rojas, aproximadamente 3 a 8 μm . Al fluir la sangre por estos vasos, las células rojas sufren una importante deformación; ello provoca un aumento de la viscosidad. Cuando el flujo sanguíneo se enlentece, la viscosidad aumenta como resultado de más adherencias de célula a célula, pues comienzan a agruparse, hacen la sangre más espesa y potencian la coagulación de los vasos (Robayo & Ortiz, 2016).

En el experimento se examinarán los efectos del radio de los vasos en la tasa del flujo sanguíneo; los recipientes representados hacen referencia al corazón (vaso de precipitados izquierdo), una arteria (tubo que conecta ambos recipientes) y un órgano destino (vaso de precipitados derecho).

Cuestionario previo

1. El flujo sanguíneo se mide en
 - mm/HS o ml / min.
 - latidos / min.
 - mm / min.
2. ¿Cuál de los siguientes tiene el mayor efecto sobre el flujo sanguíneo?
 - Radio de los vasos sanguíneos.
 - Longitud de los vasos sanguíneos.
 - Viscosidad de los vasos sanguíneos.
 - Elasticidad de los vasos sanguíneos.
3. ¿Cuál de las siguientes opciones *no* daría lugar a una disminución del radio de los vasos sanguíneos?
 - Vasoconstricción.
 - Formación de placa en la pared de la arteria vasodilatación.
 - Contracción del músculo liso en la pared arterial.
4. El diámetro del vaso sanguíneo es el mismo que
 - la circunferencia del vaso sanguíneo.
 - dos veces el radio del vaso sanguíneo.
 - el área del vaso sanguíneo.
 - la mitad del radio del vaso sanguíneo.
5. La abertura del vaso sanguíneo por donde fluye la sangre se llama Q flujo laminar.
 - Lumen.
 - Sayo.
 - Válvula.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

- Para estudiar el efecto del radio de los vasos sobre el flujo sanguíneo, mantenga las siguientes condiciones:
 - Presión: 100 mm Hg
 - Viscosidad: 1,0
 - Longitud: 50 mm
 Inicie el experimento aumentando el radio del tubo de flujo a 1,5 mm, pulsando el botón situado junto al indicador del radio (1).

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál es la fuerza impulsora del flujo sanguíneo?

 - Viscosidad.
 - Gradiente de presión.
 - Resistencia periférica.
 - Flujo laminar.

2. Seleccione *Iniciar* (2) y observe cómo el fluido se mueve hacia el vaso de precipitados derecho. La presión empuja al líquido desde el recipiente de la izquierda al de la derecha a través del tubo de flujo. El flujo se muestra en la pantalla luego de que el recipiente de la izquierda haya terminado de drenar.
3. Registre los datos (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
4. Seleccione *Rellenar* (4) para rellenar el recipiente de la izquierda.
Prediga la pregunta: ¿Qué crees que pasará con el caudal si el radio se incrementa en 0,5mm?
 - El caudal no cambiará.
 - El caudal aumentará.
 - El caudal disminuirá.
5. Aumente el radio del tubo de flujo a 2,0 mm (1). Seleccione *Iniciar* (2) y observe como el fluido se mueve hacia el recipiente de la derecha.
6. Repita el paso 3.
7. Repita el paso 4.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cómo aumenta el radio de los vasos sanguíneos en el cuerpo?
 - Contracción del músculo liso.
 - Relajación del músculo esquelético.
 - Relajación del músculo liso.
 - Relajación del músculo cardíaco.
8. Ahora observará el efecto del incremento gradual en el radio del tubo de flujo. Aumente el radio del tubo en 0,5 mm (1), seleccione *Iniciar* (2) y observe el movimiento del fluido en el recipiente de la derecha. Registre los datos (3) y rellenar (4) el recipiente de la izquierda.
Repita este paso hasta llegar a un radio del tubo de 5,0 mm (1).
Prediga la pregunta: ¿Crees que una gráfica trazada con el radio en el eje x y la tasa de flujo en el eje y será lineal?
 - Sí
 - No
9. Seleccione *Trazar datos* (5) para ver un resumen de sus datos en una gráfica en la que el radio se mostrará en el eje X y el flujo en el eje Y. Seleccione *Enviar* (Submit) para guardar su grafico en el informe final.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).








1. La variable que se modificó en esta actividad fue
 - viscosidad.
 - longitud del buque.
 - radio del buque.
 - presión.
2. Radio del recipiente y flujo de fluido
 - son inversamente proporcionales.
 - son directamente proporcionales.
 - tienen una relación lineal.
 - no se ven afectados por los demás.
3. Después de una comida copiosa, cuando estamos relativamente inactivos podríamos esperar que los vasos sanguíneos de los músculos esqueléticos se debiliten un poco y los vasos sanguíneos en los órganos digestivos para ser algo
 - dilatado, constreñido dilatado, dilatado.
 - constreñido.
 - constreñido, dilatado.
4. Cuando aumenta el radio del tubo de flujo, el caudal de fluido
 - aumenta.
 - disminuye.
 - no cambia.
 - varía, dependiendo del órgano que se sirva.

Hoja de revisión

1. Explique cómo el cuerpo establece un gradiente de presión para el flujo de fluidos

Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 5 la actividad 2

Ejercicio 5: Dinámica cardiovascular	
Actividad 1: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 2: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 3: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 4: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 5: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba	
Actividad 6: Estudio del efecto del volumen sistólico en la actividad de la bomba	
Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas	

Objetivos

- Comprender cómo afecta la viscosidad de la sangre al flujo sanguíneo.
- Enumerar los componentes de la sangre que contribuyen a su viscosidad.
- Explicar las condiciones que pueden provocar cambios de viscosidad en la sangre.
- Aprender a interpretar la gráfica de viscosidad versus flujo sanguíneo.

Introducción

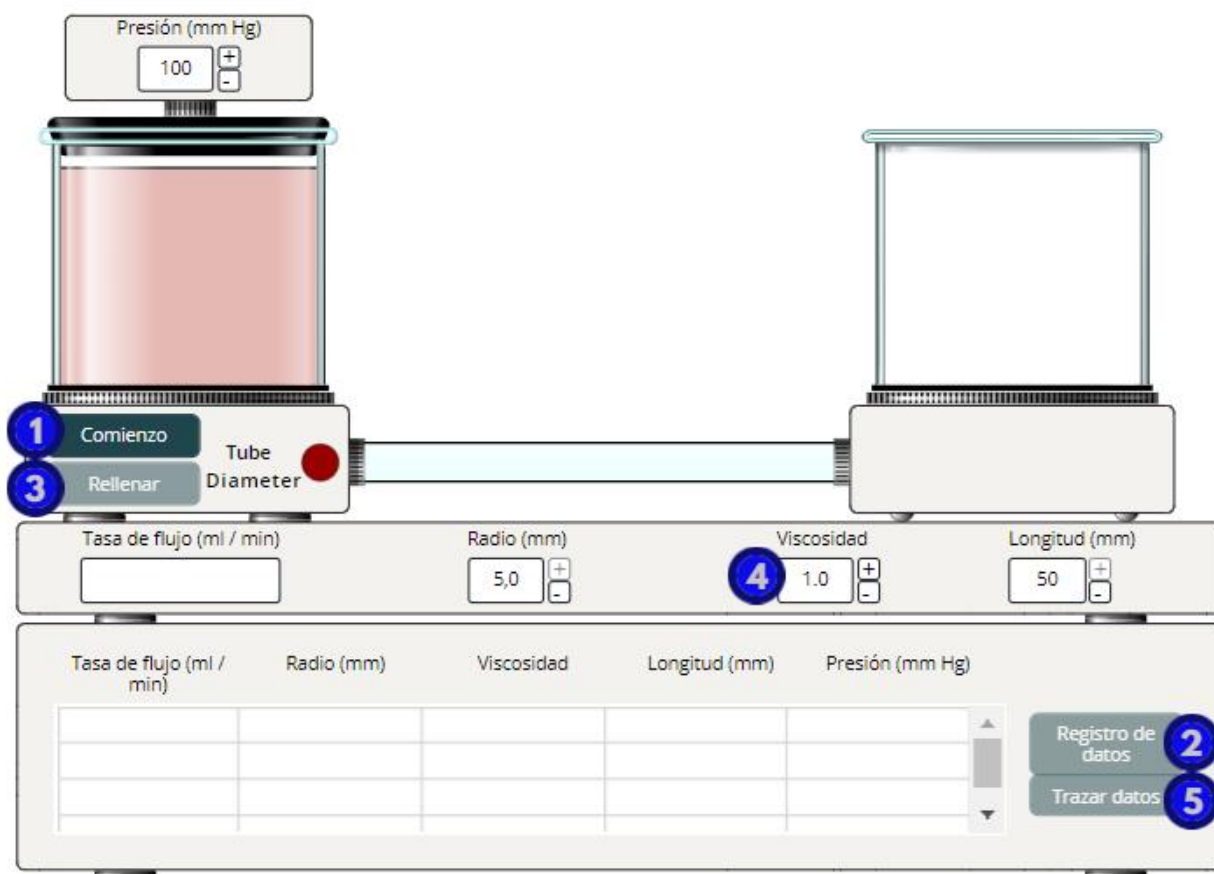
La sangre es un fluido heterogéneo compuesto por células sanguíneas que cambian su forma y su movimiento dentro del plasma en presencia de cambios de velocidad, diámetro, temperatura y presión. La viscosidad de la sangre es un parámetro significativo y variable, que describe el espesor de un fluido y en el caso de la sangre, la resistencia a fluir depende de factores como el conteo de células rojas, células blancas, plaquetas, proteínas, otras. Cuando existen grandes cambios de velocidad las células de la sangre tienden a deformarse y tienen un movimiento diferente al aproximarse a las paredes de los vasos, los que influyen en su viscosidad (Robayo & Ortiz, 2016).

Con respecto al diámetro del vaso, conforme este disminuye se da una disminución de la viscosidad. En el experimento se examinarán los efectos de la viscosidad en la tasa del flujo sanguíneo. Los recipientes representados hacen referencia al corazón (vaso de precipitados izquierdo), una arteria (tubo que conecta ambos recipientes) y un órgano destino (vaso de precipitados derecho).

Cuestionario previo

1. ¿Cuál de los siguientes no es un elemento formado?
 - Leucocito.
 - Eritrocito.
 - Proteína plasmática.
 - Plaqueta.
2. La trombocitopenia es una reducción de las plaquetas. ¿Qué efecto cree que podría tener esto sobre la viscosidad de la sangre?
 - Aumentar la viscosidad de la sangre.
 - Disminuir la viscosidad de la sangre.
 - Ningún efecto sobre la viscosidad de la sangre.
3. ¿Cuál de los siguientes no contribuye a la viscosidad de la sangre?
 - Proteínas plasmáticas.
 - Recuento de glóbulos rojos.
 - Recuento de glóbulos blancos.
 - Nivel de oxígeno en la sangre.
4. La viscosidad afecta más directamente radio del buque.
 - Resistencia periférica.
 - Longitud del buque.
 - Presión arterial.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Para estudiar el efecto de la viscosidad de la sangre sobre el flujo sanguíneo, mantenga las siguientes condiciones:
 Presión: 100 mm Hg
 Radio: 5,0 mm
 Longitud: 50 mm
 La viscosidad está fijada en 1,0. Al igual que en la actividad anterior, seleccione *Iniciar* (1) y observe cómo el fluido se mueve hacia el recipiente de la derecha. La presión empuja el líquido desde el recipiente de la izquierda al de la derecha a través del tubo de flujo. El flujo se muestra en la pantalla una vez que el recipiente de la izquierda se haya vaciado.
2. Registre los datos (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
3. Seleccione *Rellenar* (3) para rellenar el recipiente de la izquierda.

Prediga la pregunta: ¿Qué efecto cree que tendrá el aumento de la viscosidad en el caudal del fluido?

- El caudal de fluido no cambiará.
 - El caudal de fluido aumentará.
 - El caudal de fluido disminuirá.
4. Aumente la viscosidad del fluido a 2,0 (4). Seleccione *Iniciar* (1) y observe el movimiento del fluido en el recipiente de la derecha.
 5. Registre los datos (2).
 6. Rellene (3) el recipiente de la izquierda
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál es la relación entre el flujo de fluido y la viscosidad?
 - Son directamente proporcionales entre sí.
 - Son inversamente proporcionales entre sí.
 - Son independientes entre sí.
 - Su relación es exponencial.
 7. Observe el efecto del incremento gradual de la viscosidad.
Aumenta la viscosidad en 1,0. (4) seleccione *Iniciar* (1), observe el movimiento del fluido, registre los datos (2) y Rellene (3) el recipiente de la izquierda.
Repita este paso hasta llegar a una viscosidad de 8,0.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Qué efecto cree que tendría la anemia aplásica (reducción de los glóbulos rojos) en el flujo sanguíneo?
 - Aumento del flujo sanguíneo debido a la disminución de la velocidad.
 - Disminución del flujo sanguíneo debido a la disminución de la velocidad.
 - Aumento del flujo sanguíneo debido al aumento de la velocidad.
 - Disminución del flujo sanguíneo debido al aumento de la velocidad.
 8. Seleccione *Trazar datos* (5) para ver un resumen de sus datos resumidos en una gráfica. La viscosidad se mostrará en el eje X y el flujo en el eje Y. Seleccione *Enviar* (Submit) para guardar su gráfico en el informe final.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. La variable que modificó en esta actividad fue
 - viscosidad.
 - longitud del buque.
 - radio del buque.
 - presión.








2. El aumento de la viscosidad resultó
 - sin cambios en el caudal.
 - en disminución del caudal.
 - en aumento del caudal.
3. ¿Qué efecto tendría una disminución del hematocrito sobre el flujo sanguíneo?
 - Aumento de la viscosidad, aumento del flujo.
 - Aumento de la viscosidad, disminución del flujo.
 - Disminución de la viscosidad, disminución del flujo
 - Disminución de la viscosidad, aumento del flujo.
4. ¿Cuál pronostica que sería el efecto general sobre la viscosidad durante la deshidratación?
 - Aumento de la viscosidad, aumento del flujo.
 - Aumento de la viscosidad, disminución del flujo.
 - Disminución de la viscosidad, disminución del flujo.
 - Disminución de la viscosidad, aumento del flujo.

Hoja de revisión

1. Describa los componentes de la sangre que afectan la viscosidad

Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 5 la actividad 3

Ejercicio 5: Dinámica cardiovascular	
Actividad 1: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 2: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 3: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 4: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 5: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba	
Actividad 6: Estudio del efecto del volumen sistólico en la actividad de la bomba	
Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas	

Objetivos

- Entender cómo la longitud de los vasos sanguíneos afecta al flujo de sangre.
- Explicar las condiciones que pueden provocar cambios en la longitud de los vasos sanguíneos del organismo.
- Comparar el efecto de los cambios en la longitud de los vasos sanguíneos respecto a los cambios en el radio de los vasos sanguíneos, sobre la tasa de flujo.

Introducción

En esta actividad se explorará la relación que tiene la longitud de los vasos sanguíneos y el flujo sanguíneo, ya que tanto la edad como diversas patologías pueden afectar la longitud de estos. Se mantendrá un flujo constante y lo que varía son las longitudes que se van a utilizar. De igual forma que los experimentos anteriores pertenecientes al ejercicio 5, el experimento incluye dos vasos de precipitados de vidrio y un tubo que los conecta, simulando que el vaso de precipitados izquierdo es el corazón, el tubo que los conecta es una arteria y el vaso de la derecha es un órgano destino.

Cuestionario previo

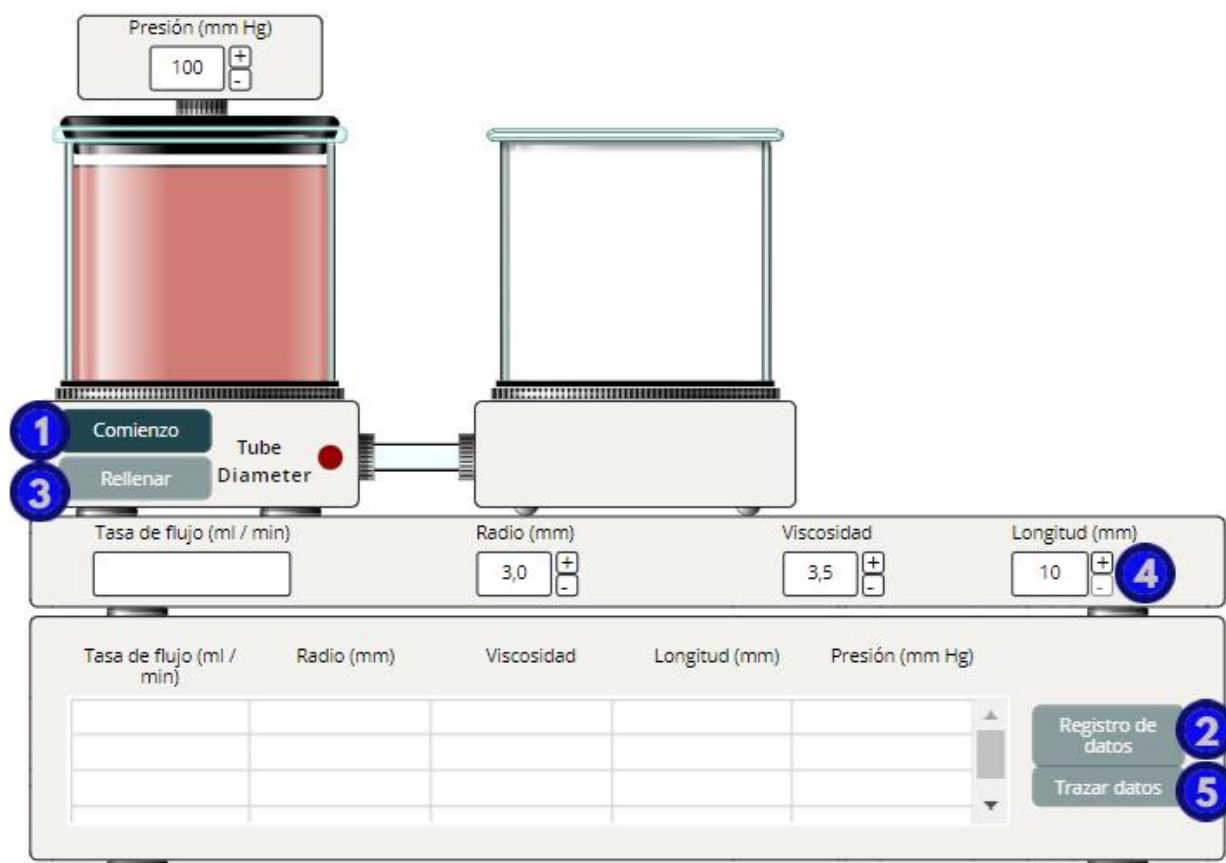
1. Cuando aumenta la longitud del vaso sanguíneo, ¿cuál de los siguientes también aumenta?
 - Radio de los vasos sanguíneos.
 - Fricción.
 - Área de superficie.
 - Tanto la fricción como el área de la superficie.

2. El flujo de sangre es
 - inversamente proporcional al radio de la embarcación.
 - directamente proporcional al radio de la embarcación a la cuarta potencia.
 - no relacionado con el radio de la embarcación.
 - directamente proporcional al cuadrado del radio de la embarcación.

3. La longitud de los vasos sanguíneos disminuye Q cuando envejecemos.
 - Cuando subimos de peso.
 - Cuando perdemos peso.
 - Con aumento de la presión arterial.

4. ¿Cuál de las siguientes opciones describe correctamente la resistencia al flujo?
 - La resistencia al flujo aumenta con el aumento de la longitud del vaso.
 - La resistencia al flujo aumenta con el aumento del radio del recipiente.
 - La resistencia al flujo aumenta con la disminución de la longitud del vaso.
 - La resistencia al flujo es directamente proporcional al radio del recipiente.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

- Este experimento es igual a las 2 actividades anteriores, pero en relación con el efecto de la longitud del vaso sobre el flujo sanguíneo, para ello deben mantener las siguientes condiciones:
 Presión: 100 mm Hg
 Radio: 3,0 mm
 Viscosidad: 3,5
 La longitud está fijada en 10 mm. Seleccione *Iniciar* (1) y observe el movimiento del fluido en el recipiente de la derecha. La presión impulsa el líquido desde el recipiente de la izquierda al de la derecha a través del tubo de flujo. El flujo se muestra en el indicador de flujo luego de que el recipiente de la izquierda se haya drenado.
- Seleccione *Registrar datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
- Seleccione *Rellenar* (3) para rellenar el recipiente de la izquierda.

Prediga la pregunta: ¿Qué efecto cree que tendrá la longitud del tubo de flujo en el caudal de fluido?

- El caudal de fluido no cambiará.
 - El caudal de fluido aumentará.
 - El caudal de fluido disminuirá.
4. Aumenta la longitud del tubo a 15 mm, pulsando el botón que se encuentra junto al indicador de longitud (4). Seleccione *Iniciar* (1) y observe el movimiento del fluido en el recipiente derecho.
 5. Registre los datos (2).
 6. Seleccione *Rellenar* (3) para rellenar el recipiente de la izquierda.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál es la relación entre el flujo de fluido y la longitud del tubo de flujo?
 - Son directamente proporcionales entre sí.
 - Son inversamente proporcionales entre sí.
 - Son independientes entre sí.
 - Su relación es exponencial.
 7. Observe el efecto del incremento gradual de la longitud del tubo de flujo. Aumente la longitud en 5 mm (4), seleccione *Iniciar* (1) y observe el movimiento del fluido. Registre los datos (2) y rellene (3) el recipiente de la izquierda. Repita este paso hasta llegar a una longitud del tubo de flujo de 40 mm.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Qué es más probable que ocurra a diario?
 - Cambios en la longitud de los vasos sanguíneos.
 - Cambios en el diámetro de los vasos sanguíneos.
 - Cambios en el recuento de glóbulos rojos.
 8. Seleccione *Trazar datos* (5) para ver un resumen de sus datos resumidos en una gráfica. La longitud se mostrará en el eje X y el flujo en el eje Y. Seleccione *Enviar* (Submit) para guardar su gráfico en el informe final.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. Aumentar la longitud del tubo de flujo es análogo a aumentar la longitud de los vasos sanguíneos. ¿Cómo afectó esto al caudal?
 - El caudal aumentó.
 - El caudal disminuyó.
 - El caudal se mantuvo igual.








2. ¿Cuál de las siguientes opciones describe correctamente las relaciones entre la longitud de los vasos sanguíneos, la resistencia y el flujo sanguíneo?
 - La longitud de los vasos sanguíneos es inversamente proporcional a la resistencia e inversamente proporcional al flujo sanguíneo.
 - La longitud de los vasos sanguíneos es directamente proporcional a la resistencia y directamente proporcional al flujo sanguíneo.
 - La longitud de los vasos sanguíneos es directamente proporcional a la resistencia e inversamente proporcional al flujo sanguíneo.
 - La longitud de los vasos sanguíneos es inversamente proporcional a la resistencia y directamente proporcional al flujo sanguíneo.
3. ¿Cuál de las siguientes opciones describe correctamente las relaciones entre el radio de los vasos sanguíneos, la resistencia y el flujo sanguíneo?
 - El radio de los vasos sanguíneos es inversamente proporcional a la resistencia e inversamente proporcional al flujo sanguíneo.
 - El radio de los vasos sanguíneos es directamente proporcional a la resistencia y directamente proporcional al flujo sanguíneo.
 - El radio de los vasos sanguíneos es directamente proporcional a la resistencia e inversamente proporcional al flujo sanguíneo.
 - El radio de los vasos sanguíneos es inversamente proporcional a la resistencia y directamente proporcional al flujo sanguíneo.
4. ¿Cuál de las siguientes opciones describe por qué el cuerpo podría requerir un aumento en el radio del vaso?
 - Para proporcionar más flujo sanguíneo y, por lo tanto, nutrientes a una parte del cuerpo en particular.
 - Para adaptarse al crecimiento en altura del individuo.
 - Para compensar el aumento de peso.
 - Para compensar una pérdida de peso.

Hoja de revisión

1. ¿Qué es más probable que ocurra, un cambio en el radio de los vasos sanguíneos o un cambio en la longitud de los vasos sanguíneos? Explicar por qué.

Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 5 la actividad 4

Ejercicio 5: Dinámica cardiovascular	
Actividad 1: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 2: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 3: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 4: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 5: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba	
Actividad 6: Estudio del efecto del volumen sistólico en la actividad de la bomba	
Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas	

Objetivos

- Comprender cómo afecta la presión arterial al flujo sanguíneo.
- Comprender qué estructura produce la presión arterial en el cuerpo humano.
- Comparar el gráfico generado para la presión frente al flujo sanguíneo con los generados para el radio, la viscosidad y la longitud.

Introducción

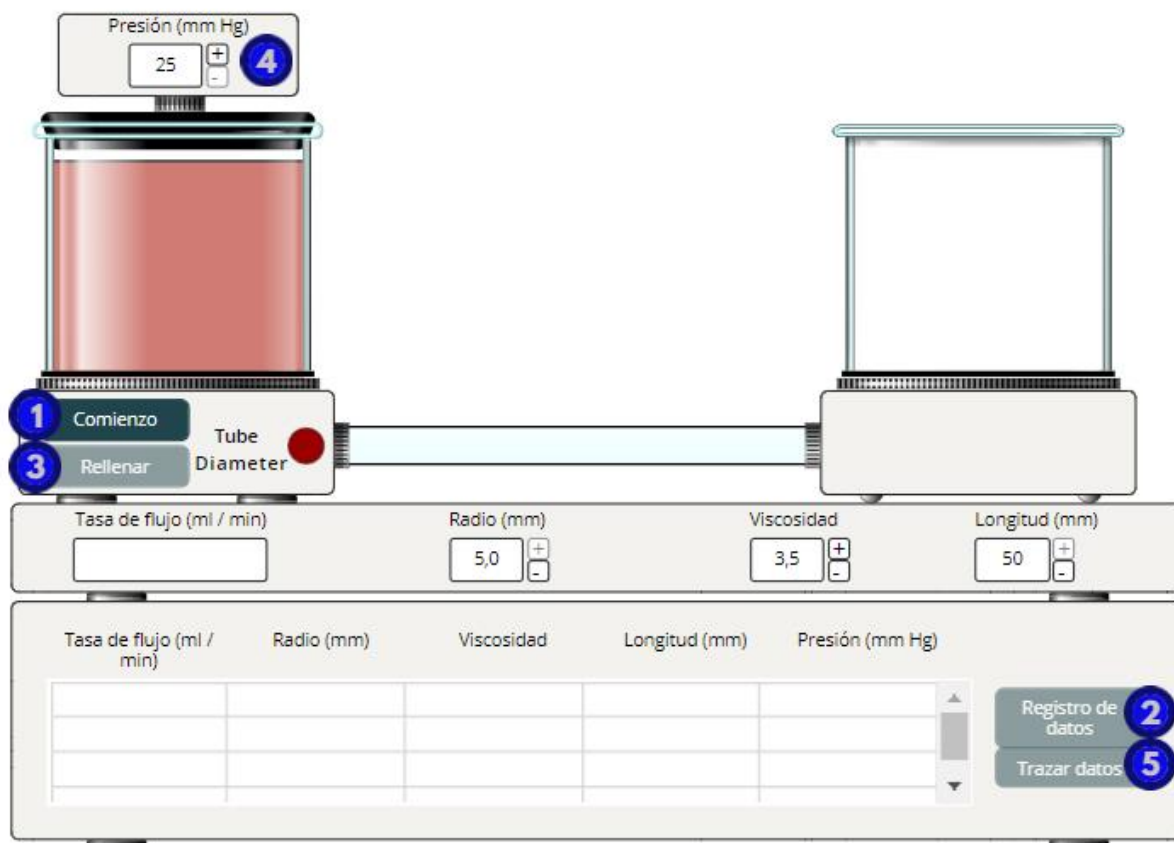
En cada ciclo cardíaco, el corazón mediante su actividad mecánica ejerce presión sobre la sangre que va a ser llevada hacia las arterias y venas. Por lo anterior, la presión sanguínea se define como la fuerza ejercida por la sangre contra las paredes de los vasos sanguíneos, la cual se mide en mmHg. La sangre se encuentra en continuo movimiento, a lo largo del sistema circulatorio se produce un descenso en la presión ligado con la resistencia que el flujo. En zonas donde la resistencia hemodinámica es mayor, la presión descenderá más. Por ello, en las grandes arterias y venas la disminución de la presión será menor que en vasos de menor calibre, las arteriolas son las zonas en las que la presión disminuye en mayor medida y aumenta la resistencia al flujo (Coll & Olivera, 2018).

En esta actividad se verán representados los efectos del cambio de presión en el flujo sanguíneo. Los recipientes representados hacen referencia al corazón (vaso de precipitados izquierdo), una arteria (tubo que conecta ambos recipientes) y un órgano destino (vaso de precipitados derecho).

Cuestionario previo

1. Los cambios de presión en el sistema cardiovascular se deben principalmente a
 - cambios de elasticidad de los vasos.
 - cambios en la fuerza de contracción del corazón.
 - cambios de viscosidad.
 - cambios en la longitud del vaso.
2. ¿Cuál es la fuerza impulsora del flujo sanguíneo?
 - Viscosidad.
 - Resistencia periférica.
 - Cambios en la elasticidad.
 - Gradiente de presión.
3. ¿Cuál de los siguientes es directamente proporcional al flujo sanguíneo?
 - Viscosidad.
 - Longitud de los vasos sanguíneos.
 - Radio de los vasos sanguíneos.
 - Gradiente de presión.
 - Radio de los vasos sanguíneos y gradiente de presión.
4. Las arterias cercanas al corazón deben poder compensar
 - cambios de viscosidad.
 - cambios de gradiente.
 - cambios de presión.
 - oxígeno.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Para estudiar el efecto de la presión arterial sobre la tasa de flujo sanguíneo, mantenga las siguientes condiciones:
 Radio: 5,0 mm
 Viscosidad: 3,5
 Longitud: 50 mm
 La presión está fijada en 25 mm Hg. Seleccione *Iniciar* (1) y observe como se mueve el fluido hacia el recipiente de la derecha. La presión empuja al líquido desde el recipiente de la izquierda hacia el de la derecha a través del tubo de flujo. El flujo se muestra en el indicador de flujo una vez que el recipiente de la izquierda se haya vaciado.
2. Seleccione *Registrar datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
3. Seleccione *Rellenar* (3) para rellenar el recipiente de la izquierda.

Prediga la pregunta: ¿Qué efecto cree que tendrá el aumento de la presión en el caudal de fluido?

- El caudal de fluido no cambiará.
 - El caudal de fluido aumentará.
 - El caudal de fluido disminuirá.
4. Aumente la presión a 50 mm Hg, pulsando el botón al lado del indicador de presión (4). Seleccione *Iniciar* (1) y observe el movimiento del fluido en el recipiente derecho.
 5. Registre los datos (2).
 6. Rellene (3) el recipiente de la izquierda
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál es la relación entre el flujo de fluido y la longitud del tubo de flujo?
 - Cambios de radio.
 - Cambios de elasticidad.
 - Cambios en la fuerza de contracción del corazón.
 - Cambios de viscosidad.
 7. Observe el efecto del incremento gradual de la presión. Aumente la presión en 25 mm Hg (4) seleccione *Iniciar* (1) y observe el movimiento del fluido, registre los datos (2) y rellene (3) el recipiente de la izquierda.
Repita este paso hasta llegar a una presión de 200 mm Hg.
Prediga la pregunta: ¿Cree que un gráfico trazado con presión en el eje x y caudal en el eje y será lineal?
 - Sí
 - No
 8. Seleccione *Trazar datos* (5) para ver un resumen de sus datos resumidos en una gráfica. La presión se mostrará en el eje X y el flujo en el eje Y. Seleccione *Enviar* (Submit) para guardar su gráfico en el informe final.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (*View Experiment Results*).

1. El efecto de aumentar la presión fue
 - disminuir el caudal.
 - aumentar el caudal.
 - disminuir la tasa de bombeo.
 - aumentar la velocidad de bombeo.

2. La presión arterial se mide en
 - ml / min.
 - latidos / min.
 - mm Hg.
 - mm / min.
3. ¿Cuál de las siguientes variables tiene el mayor efecto sobre el flujo sanguíneo?
 - Longitud del vaso.
 - Diferencias de presión.
 - Viscosidad.
 - Radio del buque.
4. El flujo sanguíneo se mide en
 - ml / min.
 - latidos / min.
 - mm Hg.
 - mm / min.

Hoja de revisión








1. Explique el efecto que los cambios de presión tuvieron sobre el caudal. ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué efecto cree que tendrá el aumento de la presión en el caudal de fluido?

El software despliega su respuesta anterior.

Dinámica cardiovascular: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 5 la actividad 5

Ejercicio 5: Dinámica cardiovascular	
Actividad 1: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 2: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 3: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 4: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 5: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba	
Actividad 6: Estudio del efecto del volumen sistólico en la actividad de la bomba	
Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas	

Objetivos

- Comprender los términos sístole y diástole.
- Predecir cómo un cambio en el radio de los vasos sanguíneos afectará al flujo de sangre.
- Pronosticar cómo afectará un cambio en el radio de los vasos sanguíneos a la frecuencia cardíaca.
- Observar los mecanismos compensatorios para mantener la presión arterial.

Introducción

La sangre es impulsada por el corazón mediante los movimientos de sístole auricular y ventricular, y diástole. El término *sístole* hace referencia a la contracción del corazón y *diástole*, por el contrario, es la relajación del corazón para recibir la sangre que viene de los tejidos. El ciclo cardíaco está conformado por una fase de relajación y llenado ventricular, seguida de un período de contracción y vaciado ventricular (Bellón, Pan y Rodríguez, 2013).

Esta actividad explora el funcionamiento de una bomba de una cámara, para aplicar conceptos como volumen sistólico, presión, frecuencia cardíaca, resistencia. Durante el experimento el volumen sistólico y la presión se mantendrán constantes; se podrá analizar el cambio en la resistencia sobre la frecuencia cardíaca y los mecanismos que utiliza el corazón para compensar y mantener la presión arterial.

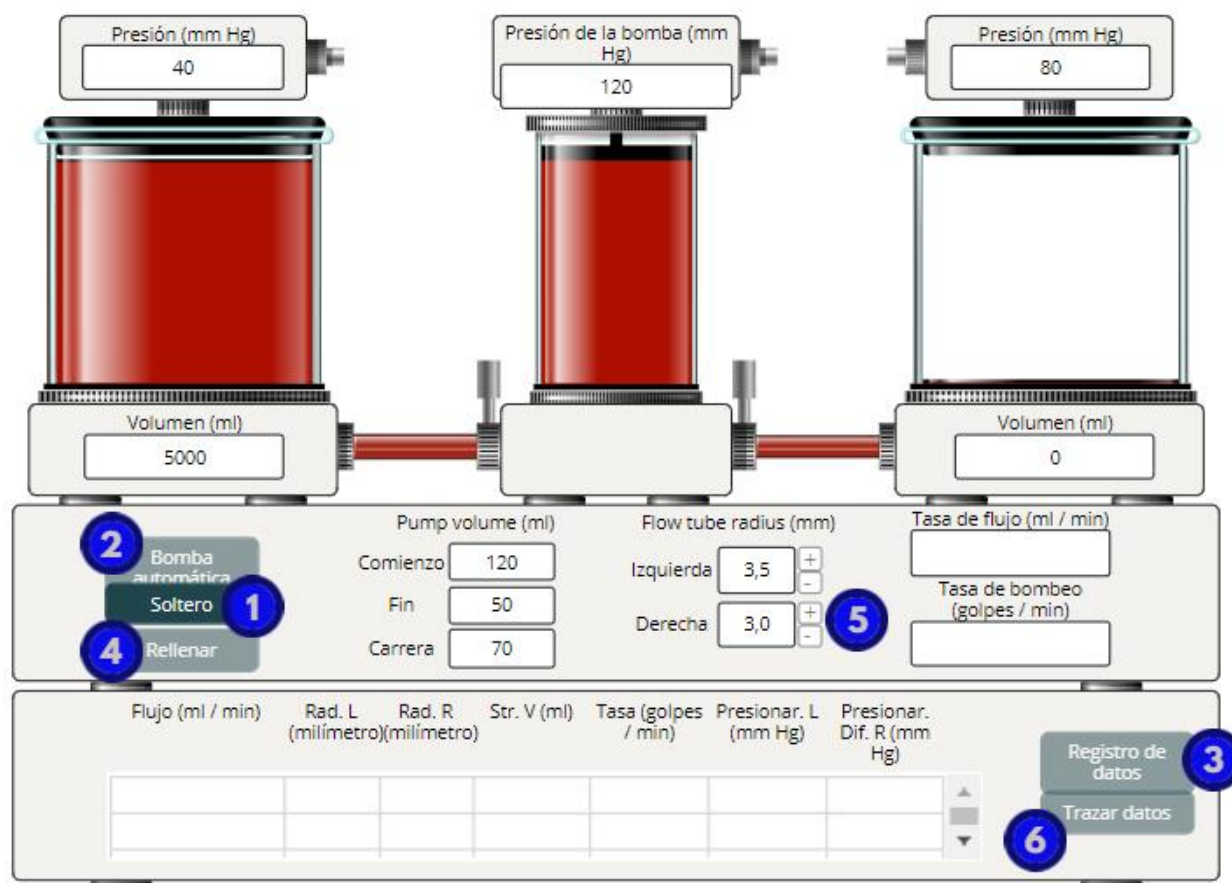
El vaso de precipitados izquierdo simula la sangre que viene de los pulmones, la bomba que está situada en el centro simula el ventrículo izquierdo, el tubo que conecta estos dos recipientes simula las venas pulmonares (la válvula a la izquierda de la bomba simula la válvula bicúspide y la válvula a la derecha la válvula aórtica semilunar). El vaso de precipitados

derecho simula la aorta y el tubo que conecta este con la bomba simula la sangre va al circuito sistémico.

Cuestionario previo

1. El corazón está descansando durante
 - sístole ventricular.
 - sístole auricular.
 - diástole ventricular.
 - el período de expulsión.
2. El lado derecho del corazón bombea sangre
 - a través de la válvula bicúspide.
 - a los sistemas del cuerpo.
 - sólo a las arterias.
 - a los pulmones.
3. La capa del vaso sanguíneo que es estimulada por el sistema nervioso autónomo es
 - la válvula.
 - músculo liso.
 - músculo cardíaco.
 - endotelio.
4. En el experimento la bomba simula
 - el ventrículo derecho del corazón.
 - el ventrículo izquierdo del corazón.
 - la aurícula derecha del corazón.
 - la aurícula izquierda del corazón.
5. Si el vaso de precipitados derecho simula el flujo de sangre al circuito sistémico del cuerpo, ¿qué representan la válvula y el tubo de flujo correctos?
 - Válvula bicúspide y venas pulmonares.
 - Válvula aórtica y venas pulmonares.
 - Válvula bicúspide y aorta.
 - Válvula aórtica y aorta.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Para estudiar el efecto del radio del vaso sobre la actividad de bombeo, debe mantener las siguientes condiciones:
 Presión del recipiente izquierdo: 40 mm Hg
 Presión de la bomba: 120 mm Hg
 Presión del recipiente de la derecha: 80 mm Hg
 Volumen inicial de la bomba (EDV): 120 ml
 Volumen final de la bomba (ESV): 50 ml
 El radio del tubo de la izquierda está ajustado en 3,5 mm y el de la derecha en 3,0 mm.
 Seleccione *Único* (1) para iniciar un solo latido y luego observa el movimiento de la bomba.

Deténgase y piense: Cuando el pistón de la bomba alcanza su punto más bajo, el volumen que queda en la bomba es el

- volumen sistólico.
- volumen sistólico final.
- volumen diastólico final.
- volumen de carrera final.

2. Seleccione *Bombeo automático* (2) para iniciar 10 latidos y observa el movimiento de la bomba.

3. Seleccione *Registrar datos* (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

Deténgase y piense: Si aumenta el radio correcto del tubo de flujo, ¿qué pasará con la resistencia y el caudal?

- El caudal aumentará y la resistencia aumentará.
- El caudal aumentará y la resistencia disminuirá.
- El caudal disminuirá y la resistencia aumentará.
- La tasa de flujo disminuirá y la resistencia disminuirá.

Prediga: Si aumenta el radio del tubo de flujo, ¿qué pasará con la velocidad de la bomba para mantener una presión constante?

- La tasa de bombeo aumentará.
- La tasa de bombeo disminuirá.
- La velocidad de la bomba no cambiará.

4. Aumente el radio del tubo de la derecha a 3,5 mm, pulsando el botón + (1). Seleccione *Bombeo automático* (2) para iniciar 10 latidos.

5. Registre los datos (3).

6. Rellene (4) el recipiente de la izquierda para volver a empezar las carreras.

Deténgase y piense: Si aumenta el radio correcto del tubo de flujo, ¿qué pasará con la resistencia y el caudal?

- El caudal aumentará y la resistencia aumentará.
- El caudal aumentará y la resistencia disminuirá.
- El caudal disminuirá y la resistencia aumentará.
- La tasa de flujo disminuirá y la resistencia disminuirá.

7. Para observar el efecto del aumento gradual del radio del tubo de la derecha:

Aumente el radio en 0,5 mm (5) seleccione *Bombeo automático* (2). Guarde los datos (3) y rellene (4) el recipiente de la izquierda. Repita este proceso hasta llegar a un radio del tubo de la derecha de 5,0 mm

8. Seleccione el botón *Representar datos* (6) para obtener un gráfico de sus resultados.

El radio del tubo de flujo de la derecha se mostrará en el eje X y el flujo en el eje Y. Pulse en *Enviar* (Submit) para guardar su gráfico en el informe final.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. El pistón de la bomba en la simulación está activo durante
 - sístole.
 - diástole.
 - contracción.
 - diálisis.
2. La bomba en la simulación representa el
 - ventrículo derecho.
 - aurícula derecha.
 - ventrículo izquierdo.
 - aurícula izquierda.
3. La cantidad de sangre que fluye hacia el vaso de precipitados de destino (vaso de precipitados derecho) con una sola bomba se denomina
 - volumen diastólico final.
 - volumen de la bomba.
 - volumen sistólico final.
 - volumen sistólico.
4. En este experimento el aumento en el radio del tubo de flujo derecho resultó en
 - un aumento en la tasa de flujo, que disminuyó la tasa de bombeo.
 - un aumento en la tasa de flujo, que aumentó la tasa de bombeo.
 - una disminución en la tasa de flujo, que disminuyó la tasa de bombeo.
 - una disminución en la tasa de flujo, lo que aumentó la tasa de bombeo.

Hoja de revisión






1. Explique el efecto de aumentar el radio del tubo de flujo correcto sobre el caudal, la resistencia y el caudal de bombeo.

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: Si aumenta el radio del tubo de flujo, ¿qué pasará con la velocidad de la bomba para mantener una presión constante?

El software despliega su respuesta anterior.

Fisiología cardiovascular: Investigación del período refractario del músculo cardíaco

Ingresar a la página principal del software y seleccionar del ejercicio 6 la actividad 1

Ejercicio 6: Fisiología cardiovascular	
Actividad 1: Investigación del período refractario del músculo cardíaco	
Actividad 2: Examen del efecto de la estimulación del nervio vago	
Actividad 3: Examinar el efecto de la temperatura en la frecuencia cardíaca	
Actividad 4: Examinar los efectos de los modificadores químicos en la frecuencia cardíaca	
Actividad 5: Examinar los efectos de varios iones en la frecuencia cardíaca	

Objetivos

- Observar la autorritmicidad del corazón.
- Comprender las fases del potencial de acción cardíaco.
- Inducir y registrar extrasístoles, mediante un osciloscopio.
- Relacionar la presencia o ausencia de sumación y tétanos en el músculo cardíaco con el período refractario del potencial de acción cardíaco

Introducción

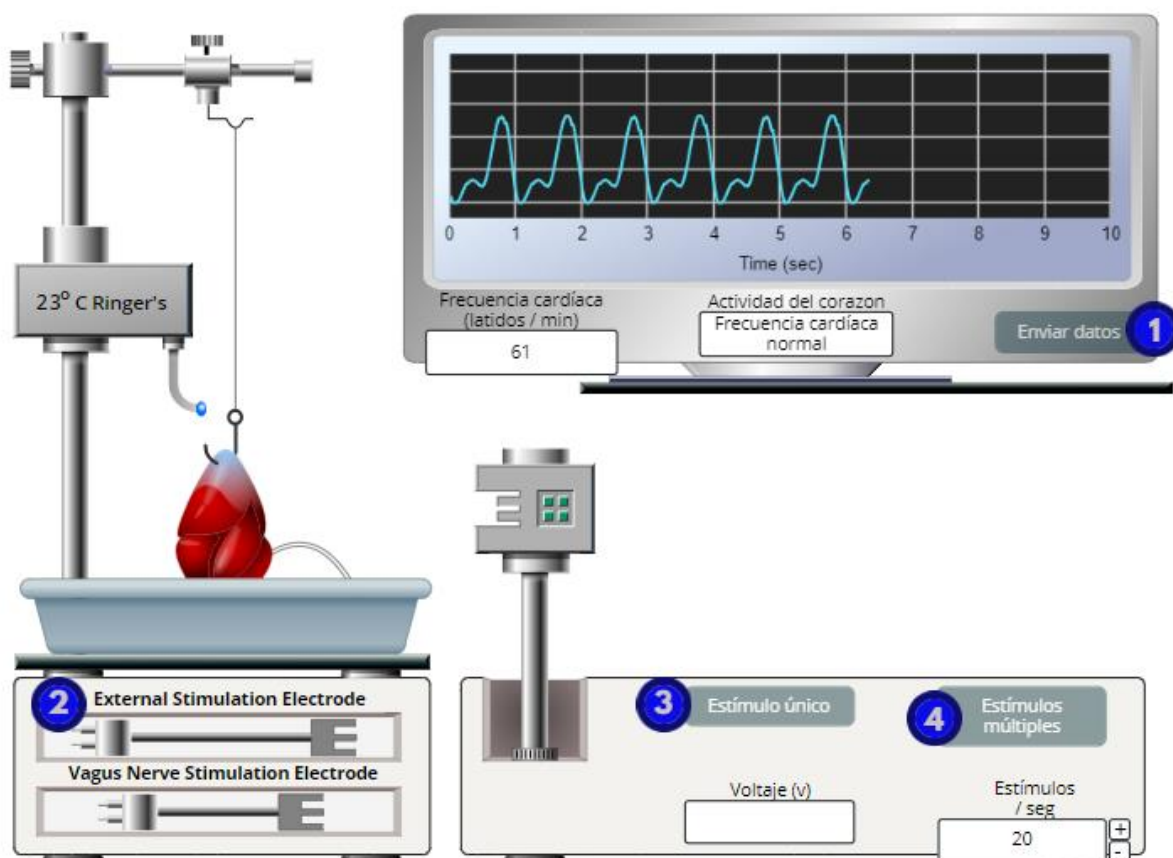
En esta actividad utilizará estimulación externa para comprender mejor el período refractario del músculo cardíaco del corazón de una rana, debido a que el corazón de este animal tiene gran similitud anatómica al corazón humano. Utilizando un estimulador eléctrico se aplicarán descargas eléctricas al corazón de la rana, de manera que se determine el periodo refractario, es decir, el intervalo de tiempo en que un impulso cardiaco normal no puede volver a estimular una parte del músculo cardiaco que ya fue excitada.

Cuestionario previo

1. ¿De qué es capaz el músculo cardíaco?
 - Suma de ondas
 - Autorritmicidad
 - Tanto el tétanos como la suma de ondas
2. La fase 2 del potencial de acción cardíaco, cuando los canales de calcio permanecen abiertos y los canales de potasio están cerrados, se llama
 - fase de meseta.
 - período refractario absoluto.
 - período refractario relativo.
 - umbral.

3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera sobre el potencial de acción cardíaco?
 - El potencial de acción cardíaco no tiene período refractario.
 - El potencial de acción cardíaco es más largo que el potencial de acción del músculo esquelético.
 - El potencial de acción cardíaco requiere estimulación externa.
 - El potencial de acción cardíaco no tiene repolarización.
4. La principal diferencia anatómica entre el corazón de rana y el corazón humano es que el corazón de rana tiene dos atrios.
 - Autorritmicidad.
 - Un solo ventrículo fusionado.
 - Sin ventrículos.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Observe en el osciloscopio la actividad contráctil del corazón de la rana. En el espacio que verá en la parte izquierda de la pantalla, introduce el valor del número de contracciones ventriculares por minuto (bpm). Este valor aparece en el indicador de

frecuencia cardíaca del osciloscopio (Heart rate, bpm). Pulse *Enviar* (1) para guardar la respuesta en el informe final.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la actividad contráctil es verdadera?

- Las ondas más pequeñas representan la contracción de las aurículas.
- Las ondas más grandes representan la contracción de las aurículas.
- Las ondas más pequeñas representan la contracción de los ventrículos.
- No existe relación entre el tamaño de la onda y la contracción de las cámaras estimuladas del corazón.

2. Arrastre el electrodo de estimulación externo (2) hasta el soporte del electrodo situado a la derecha del corazón. El electrodo tocará el tejido muscular del ventrículo.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: Cuando aumentas la frecuencia de la estimulación, ¿qué crees que pasará con la amplitud (altura) de la onda de sístole ventricular?

- La amplitud aumentará.
- La amplitud disminuirá.
- La amplitud no cambiará.

3. Aplique una serie rápida de descargas individuales seleccionando *Estimulación simple* (3). Va a observar un doble pico, pulse *Enviar* (1) para registrarlo en el informe final, este contiene una contracción extra del ventrículo.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Durante qué parte de la contracción del músculo cardíaco es posible inducir una extrasístole?

- Durante el inicio de la contracción.
- A mitad de la contracción.
- Durante la meseta.
- Durante la relajación.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: Si envía múltiples estímulos (20 estímulos por segundo) al corazón, ¿qué cree que sucederá?

- Suma de ondas.
- Tétanos.
- Suma de ondas y tétanos.
- Ni suma de ondas ni tétanos.

4. Seleccione *Estimulación múltiple* (4) para dar corazón a una frecuencia de 20 estímulos/ seg. El botón de *Estimulación múltiple* cambiará a *Detener estimulación*. Observe los efectos sobre la actividad contráctil y pulse detener estimulación (4).

Seleccione *Enviar datos* (1).

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results)






1. La amplitud de la sístole ventricular no cambió con la estimulación más frecuente porque
 - una nueva contracción no podía comenzar hasta la fase de relajación.
 - se produjo la suma de ondas solo las aurículas se contraían.
 - ocurrió el tétanos.
2. ¿Cuál de los siguientes cree usted que contribuye a la incapacidad del músculo cardíaco para ser tetanizado?
 - El largo período refractario del potencial de acción cardíaco.
 - La autorritmicidad del corazón.
 - El corto período refractario del potencial de acción cardíaco.
 - El potencial de acción cardíaco corto.
3. Dada la función del corazón, ¿por qué es importante que el músculo cardíaco no pueda llegar al tétanos?
 - El corazón podría contraerse con demasiada fuerza.
 - Los ventrículos deben contraerse y relajarse completamente con cada latido para bombear sangre.
 - El corazón puede contraerse demasiado lentamente.
 - El corazón podría detenerse.
4. Una extrasístole corresponde a
 - una contracción auricular extra.
 - un período de relajación extralargo.
 - una contracción extra ventricular.
 - una meseta adicional.

Hoja de revisión

1. Explique por qué las ondas más grandes que se ven en el osciloscopio representan la contracción ventricular.

Fisiología cardiovascular: Examen del efecto de la estimulación del nervio vago

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 6 la actividad 2

Ejercicio 6: Fisiología cardiovascular	
Actividad 1: Investigación del período refractario del músculo cardíaco	
Actividad 2: Examen del efecto de la estimulación del nervio vago	
Actividad 3: Examinar el efecto de la temperatura en la frecuencia cardíaca	
Actividad 4: Examinar los efectos de los modificadores químicos en la frecuencia cardíaca	
Actividad 5: Examinar los efectos de varios iones en la frecuencia cardíaca	

Objetivos

- Entender el papel del sistema nervioso simpático y parasimpático sobre la actividad del corazón.
- Explicar las consecuencias de la estimulación vagal y escape vagal.
- Explicar la funcionalidad del nódulo sinoauricular.

Introducción

Un componente fundamental del sistema nervioso es el sistema nervioso autónomo (SNA), el cual está formado por un conjunto de neuronas y vías nerviosas que controlan la función de los sistemas viscerales del organismo, mantiene la homeostasis corporal y da respuesta a estímulos del medio externo e interno del cuerpo humano. Está compuesto por tres sistemas: simpático, parasimpático y entérico. El SNA simpático (SNA-S) prepara el cuerpo para una respuesta de lucha-huida, al activarse aumenta la frecuencia cardíaca (FC), las arteriolas de la piel e intestino se contraen, las arteriolas del músculo esquelético se dilatan y la presión arterial (PA) aumenta.

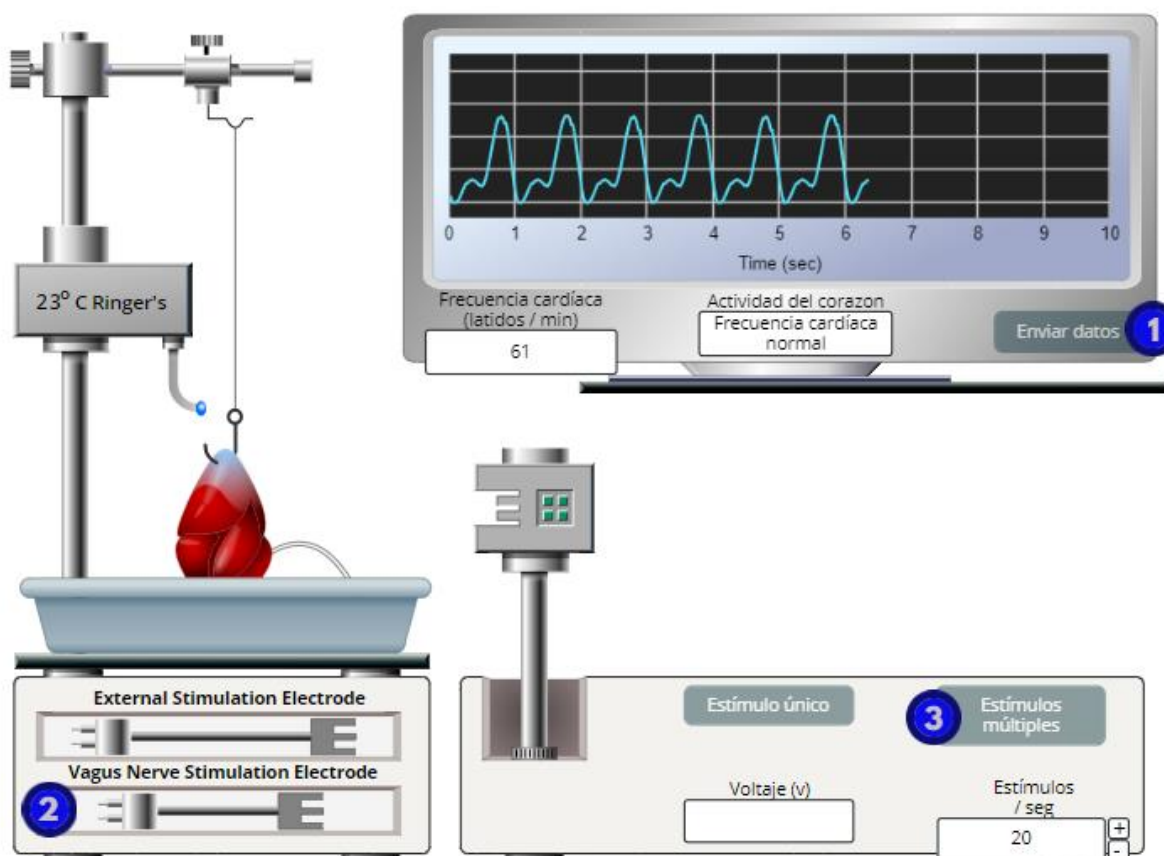
El SNA parasimpático se concentra en conservar y recuperar energía, con disminución de la frecuencia cardíaca. Esta actividad explora la respuesta del sistema nervioso al aplicarle al corazón de la rana estímulos y descargas eléctricas

Cuestionario previo

1. El efecto del sistema nervioso parasimpático en el corazón es
 - disminuir la frecuencia cardíaca.
 - disminuir la frecuencia cardíaca y disminuir la fuerza de contracción.
 - aumentar la frecuencia cardíaca.
 - aumentar la frecuencia cardíaca y aumentar la fuerza de contracción.

2. La rama del sistema nervioso autónomo que domina durante el ejercicio es
 - la rama parasimpática.
 - la rama simpática.
 - ni la rama parasimpática ni la simpática.
 - tanto la rama parasimpática como la simpática.
3. La estimulación parasimpática llega al corazón a través de
 - nervios periféricos.
 - nervios motores.
 - nervios sensoriales.
 - nervios vagos, que son nervios craneales.
4. El marcapasos habitual del corazón
 - es siempre externo.
 - son las fibras de Purkinge.
 - es el nódulo sinoauricular.
 - requiere información del sistema nervioso.

Experimento



1. Observa la actividad contráctil del corazón de la rana en el osciloscopio. En el espacio de la parte izquierda de la pantalla o indicador de frecuencia cardíaca del osciloscopio, aparece el número de contracciones ventriculares por minuto (bpm). Pulse *Enviar* (1) para guardar la respuesta en el informe final.

2. Arrastre el electrodo estimulador del nervio vago (2) hasta el soporte a la derecha del corazón. Cuando el electrodo se coloca en su soporte, el nervio vago se monta sobre él para que los estímulos lleguen indirectamente al corazón.

Deténgase y piense en el ítem: El nervio vago lleva señales que disminuyen la frecuencia cardíaca.

- Señales que disminuyen la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción del corazón.
- Señales que disminuyen y aumentan la frecuencia cardíaca.
- Señales que aumentan la frecuencia cardíaca y aumentan la fuerza de contracción del corazón.

3. Repita el paso 1.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué crees que pasará si aplicas múltiples estímulos al corazón estimulando indirectamente el nervio vago?

- La frecuencia cardíaca aumentará.
- La frecuencia cardíaca disminuirá.
- La frecuencia cardíaca disminuirá y el corazón se detendrá.

4. Seleccione *Estimulación múltiple* (3) para aplicar varias descargas eléctricas al nervio vago, con una frecuencia de 50 estímulos/seg. Pulse *Detener estimulación* (1). Observe los efectos de la estimulación en la actividad contráctil y, después espere 20 segundos, luego pulse *detener estimulación* (1).

Deténgase y piense en el ítem: La respuesta que reanudó los latidos del corazón después de la estimulación del nervio vago se llama

- síncope vagal.
- escape vagal.
- escape sinoauricular.
- Fibrilación.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. La estimulación extrema del nervio vago afecta al corazón al
 - detener el corazón por completo.
 - aumentar la frecuencia cardíaca.
 - disminuir la frecuencia cardíaca.
 - disminuir la fuerza de contracción del corazón.

2. El escape vagal probablemente implica
 - reflejos parasimpáticos.
 - nervios vagos.
 - reflejos simpáticos.
 - reflejos craneales.
3. La investigación muestra que, en ausencia de influencias neuronales y hormonales, el nodo SA genera potenciales de acción con una frecuencia de aproximadamente 100 veces por minuto. Sin embargo, la frecuencia cardíaca en reposo es de aproximadamente 70 latidos por minuto, lo cual sugiere que
 - el sistema nervioso simpático tiene más control sobre la frecuencia cardíaca.
 - el sistema nervioso parasimpático tiene más control sobre la frecuencia cardíaca.
 - el corazón está experimentando un escape vagal.
 - el corazón no es autorrítmico.
4. El nodo SA (sinoauricular) en el corazón humano se encuentra
 - en las fibras de Purkinje.
 - en el ventrículo izquierdo.
 - en la aurícula derecha.
 - en la aurícula izquierda

Hoja de revisión

1. Explique el efecto que tuvo la estimulación extrema del nervio vago en el corazón. ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará si aplicas múltiples estímulos al corazón estimulando indirectamente el nervio vago?

El software despliega su respuesta anterior.

Mecánica del sistema respiratorio: Medición de volúmenes respiratorios y cálculo de capacidades

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 7 la actividad 1

Ejercicio 7: Mecánica del sistema respiratorio

Actividad 1: Medición de volúmenes respiratorios y cálculo de capacidades



Actividad 2: Espirometría comparativa



Actividad 3: Efecto del surfactante y la presión intrapleural sobre la respiración



Objetivos

- Entender el uso de los términos ventilación, inspiración, espiración, diafragma, músculos intercostales externos, músculos intercostales internos, músculos de la pared abdominal, volumen espiratorio de reserva (ERV), capacidad vital máxima (FVC), volumen corriente (TV), volumen inspiratorio de reserva (IRV), volumen residual (RV) y volumen espiratorio máximo en un segundo (FEV).
- Comprender el papel de los músculos esqueléticos en el mecanismo de la respiración.
- Comprender los cambios de volumen y presión de la cavidad torácica durante la ventilación de los pulmones.
- Comprender el efecto del radio de las vías respiratorias y, por tanto, la resistencia al flujo de aire.

Introducción

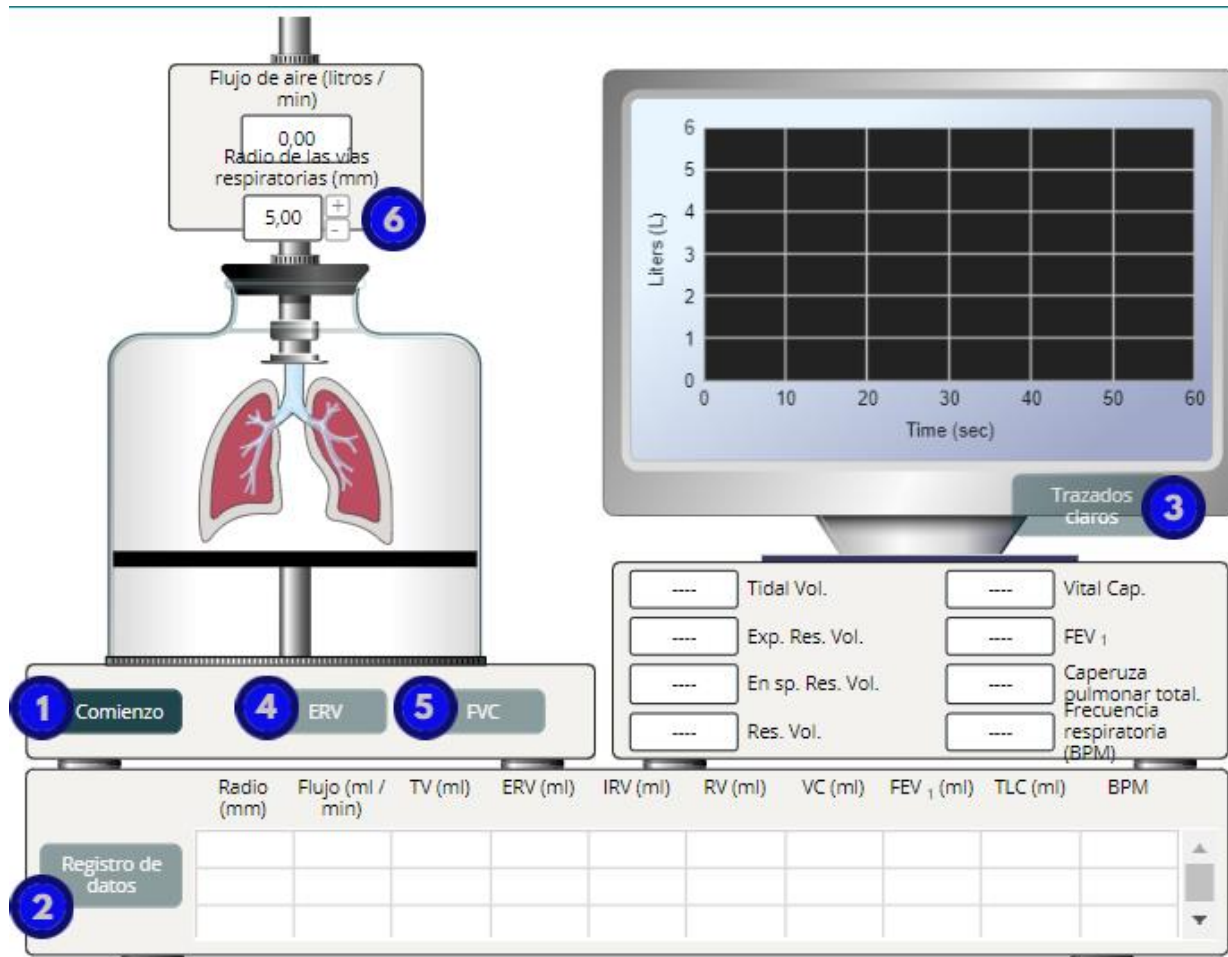
Esta actividad simula los pulmones humanos suspendidos en una campana de vidrio van a ser expuestos a tres patrones de respiración; inicialmente los volúmenes normales, luego a un volumen de reserva espiratoria (ERV) y por último, supone el caso de una capacidad vital forzada (FVC), de manera que se comprendan los mecanismos de respiración.

Cuestionario previo

1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones que describen la mecánica de la respiración es falsa?
 - La ventilación se refiere al movimiento de aire que entra y sale de los pulmones.
 - La ventilación se mide como la frecuencia de la respiración multiplicada por el volumen corriente.
 - La ventilación incluye los procesos de inspiración y espiración.
 - La ventilación se basa exclusivamente en la contracción de los músculos esqueléticos.

2. ¿La contracción de cuál de los siguientes músculos aumentará el volumen de la cavidad torácica durante la inspiración?
 - Los músculos de la pared abdominal.
 - Los intercostales internos.
 - Los intercostales externos.
 - Las carreteras intercostales.
3. Al comienzo de la inspiración, el diafragma se relaja y
 - aumenta el volumen de la cavidad torácica.
 - el diafragma adquiere forma de cúpula.
 - aumenta la presión de la cavidad torácica.
4. Al comienzo de la expiración
 - aumenta la presión en la cavidad torácica.
 - los músculos abdominales se relajan.
 - aumenta el volumen de la cavidad torácica.
 - los músculos intercostales externos se contraen.
5. Un volumen corriente se refiere a la
 - cantidad máxima de aire que se puede inspirar con fuerza.
 - cantidad de aire inspirado y luego espirado con cada respiración en condiciones de reposo.
 - la cantidad máxima de aire que se puede expirar con fuerza.
 - los cambios dos veces al día en la respiración que están influenciados por la atracción gravitacional de la luna.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Observe que el radio de las vías respiratorias está fijado en 5,00 mm. Seleccione *Iniciar* (1) para comenzar el patrón de respiración normal y establecer la línea base de los volúmenes respiratorios. Observe el espirograma que se dibuja en el osciloscopio y fijese en que los pulmones simulados ventilan un volumen corriente como resultado de la contracción y relajación del diafragma.
2. Guarde los datos (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula
3. Seleccione *Borrar trazados* (3) para eliminar el espirograma.
4. Complete la medida de los volúmenes respiratorios y determine las capacidades respiratorias. Pulse *Iniciar* (1) para comenzar el patrón de respiración normal. Después de 10 segundos, pulse *ERV* (4) para simular una espiración forzada utilizando la contracción de los músculos intercostales internos y de los músculos de la pared abdominal. Espere otros 10 segundos y pulse *FVC* (5) para completar la medida de los volúmenes respiratorios. Al pulsar *FVC*, los pulmones primero inspirarán al máximo y luego espirarán completamente para hacer una demostración de la capacidad vital máxima.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Qué músculos se contraen durante la espiración silenciosa?

- Músculos intercostales externos y el diafragma.
 - Músculos de la pared abdominal y músculos intercostales internos.
 - Músculos intercostales externos e internos.
 - Ninguno de estos músculos se contrae durante la espiración tranquila.
5. Además del volumen corriente, el software midió el volumen espiratorio de reserva, el volumen inspiratorio de reserva y el volumen residual. La capacidad vital y la capacidad pulmonar total se calcularon a partir de estos volúmenes. Pulse *Guardar datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
6. La ventilación pulmonar total es la cantidad de aire que fluye hacia dentro y hacia fuera de los pulmones en un minuto. Ventilación pulmonar total (ml/min) = TV (ml/respiración) 3 BPM (respiraciones/min). Pulse *Enviar* (3) para guardar su respuesta en el informe final.

Prediga la respuesta del siguiente ítem: Las enfermedades pulmonares a menudo se clasifican como obstructivas o restrictivas. Una enfermedad obstructiva afecta el flujo de aire y una la enfermedad restrictiva suele reducir los volúmenes y las capacidades. Aunque no son diagnósticos, pulmonares, las pruebas de función, como el volumen espiratorio forzado (FEV), pueden ayudar al médico a determinar la diferencia entre enfermedades obstructivas y restrictivas. Específicamente, un FEV es el volumen forzado expirado en 1 segundo.

En enfermedades obstructivas como la bronquitis crónica y el asma, el radio de las vías respiratorias se reduce. Por tanto, el FEV

- disminuye proporcionalmente.
 - aumenta proporcionalmente.
 - no cambia significativamente.
7. Ahora explorará el efecto de la variación del radio de las vías respiratorias sobre la función pulmonar. Disminuya el radio de las vías respiratorias a 4,5 mm, pulsando el botón (–) situado debajo del indicador del radio de las vías respiratorias (6).
8. Repita el paso 4.
9. Guarde sus datos (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula
10. Ahora disminuirá progresivamente el radio de las vías respiratorias. Disminuya el radio de las vías respiratorias en 0,50 mm (6). Pulse *Iniciar* (1) para comenzar el patrón de respiración normal. Después de 10 segundos, pulse *ERV*. Espere otros 10 segundos y entonces pulse *FVC*. El valor del FEV1 se mostrará en su indicador, situado debajo del osciloscopio. Pulse en *Guardar datos* (2) para mostrar tus resultados en la pantalla. Repita este paso hasta llegar a un radio de las vías respiratorias de 3,00 mm.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).







1. Para calcular la capacidad vital de una persona, necesita conocer la TV, ERV y
 - Rv
 - Fev₁
 - IRV
 - TLC
2. Medir la FVC de una persona significa que está midiendo la cantidad de aire que queda en los pulmones después de una espiración completa y contundente.
 - La suma de VC y RV.
 - La cantidad de VC que expira durante 1 segundo.
 - La cantidad de aire que se puede expulsar cuando el sujeto toma la inspiración más profunda posible y luego expira con fuerza de la manera más completa y rápida posible.
3. Midiendo el de una persona FEV 1 significa que está midiendo Q la suma del VC y el RV.
 - La cantidad de VC que expira durante el primer segundo de la prueba de FVC.
 - La cantidad de aire atrapado en los pulmones después de una espiración completa y contundente.
 - La cantidad de aire que puede ser expulsado cuando el sujeto inhala lo más profundamente posible y exhala con fuerza de la manera más completa y rápida posible.
4. Para una persona que sufre un ataque de asma, se espera que los medicamentos inhalados
 - reduzcan la resistencia de las vías respiratorias.
 - reduzcan el Fev₁.
 - reduzcan el radio de las vías respiratorias.
 - reduzcan el TLC.
5. ¿Cuál de los siguientes valores no incluye el ERV?
 - FVC
 - TLC
 - TV

Hoja de revisión

1. ¿Cuál sería un ejemplo de un evento respiratorio diario que simula el ERV?

Fisiología del sistema renal: El efecto del radio de la arteriola en la filtración glomerular

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 9 la actividad 1

Ejercicio 9: Fisiología del sistema renal	
Actividad 1: El efecto del radio de la arteriola en la filtración glomerular	
Actividad 2: El efecto de la presión sobre la filtración glomerular	
Actividad 3: Respuesta renal a la presión arterial alterada	
Actividad 4: Gradientes de solutos y su impacto en la concentración de orina	
Actividad 5: Reabsorción de glucosa a través de proteínas transportadoras	
Actividad 6: El efecto de las hormonas en la formación de orina	

Objetivos

- Concebir los términos nefrona, glomérulo, capilares glomerulares, túbulo renal, filtrado, cápsula de Bowman, corpúsculo renal, arteriola aferente, arteriola eferente, presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular.
- Comprender el impacto de los cambios en el radio de la arteriola aferente sobre la presión capilar glomerular y la filtración.
- Entender el impacto de los cambios en el radio de la arteriola eferente sobre la presión capilar glomerular y la filtración.

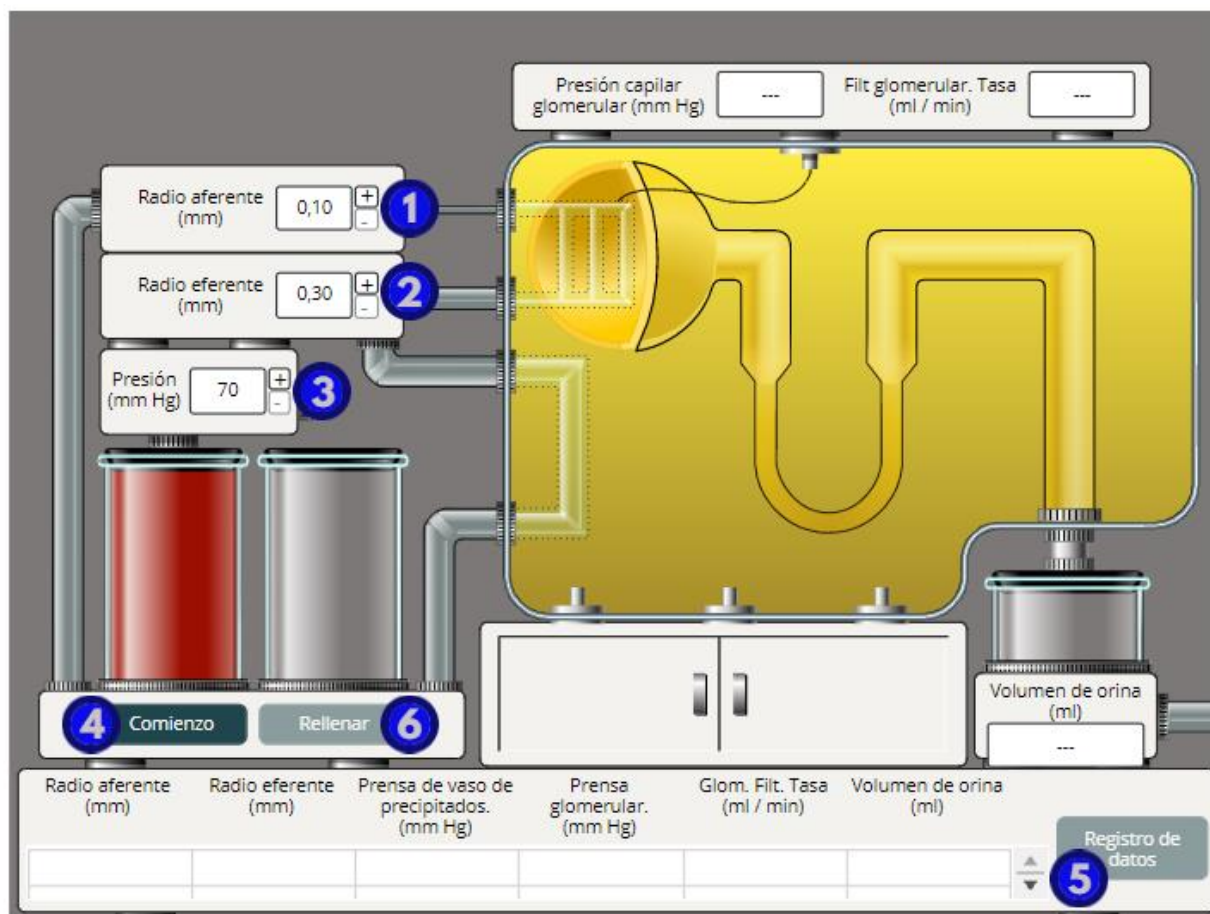
Introducción

Los riñones son órganos estrechamente vascularizados, con capacidad de mantener el flujo sanguíneo renal (FSR) frente a cambios de presión arterial media (PAM); esto, por medio de autorregulación. Esa capacidad es de suma importancia para que se produzca una filtración glomerular adecuada. Este proceso se produce en el glomérulo renal y se obtiene un filtrado libre de macromoléculas (ultrafiltrado). El túbulo contorneado distal tiene un segmento relacionado con el glomérulo donde entran y salen las arteriolas aferente y eferente; estas arteriolas tienen barorreceptores o receptores de estiramiento que en función de la presión arterial media aumentan, producen cambios en el radio de las arteriolas para prevenir la transmisión de la elevada presión arterial al glomérulo y así mantienen una tasa de filtración glomerular normal (Martínez et al., 2011).

Cuestionario previo

1. Hay aproximadamente _____ nefronas en un riñón humano sano
 - 1×10^2
 - 1×10^3
 - 1×10^6
 - 1×10^9
2. ¿Cuál de las siguientes enumera las estructuras anatómicas en el orden correcto, tal como las encuentra la sangre misma durante el proceso de filtración?
 - Arteriola eferente, capilar glomerular, arteriola aferente.
 - Arteriola aferente, capilar glomerular, arteriola eferente.
 - Arteriola aferente, cápsula de Bowman, arteriola eferente.
 - Arteriola aferente, capilar glomerular, cápsula de Bowman.
3. La cápsula de Bowman está conectada al comienzo del
 - asa de Henle.
 - túbulo contorneado proximal.
 - túbulo contorneado distal.
 - conducto colector.
4. La unidad funcional del riñón es
 - el glomérulo.
 - el corpúsculo renal.
 - la nefrona.
 - el túbulo renal.
5. Durante el proceso de reabsorción renal, el líquido y los solutos se mueven desde el
 - túbulo renal en el conducto colector.
 - túbulo renal en los capilares peritubulares.
 - capilares peritubulares en la cápsula de Bowman.
 - túbulo renal en los capilares glomerulares.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Tenga en cuenta los valores predeterminados para radio aferente, radio eferente y presión. Cambie estos valores para que sean: radio aferente de 0,50 mm (1), radio eferente de 0,45 mm (2) y presión de 90 mm Hg (3).
Presione *Comienzo* (4) para que inicie la filtración glomerular. A medida que la sangre fluye desde el recipiente suministrador a través del corpúsculo renal, el filtrado se mueve por el túbulo renal, luego pasa por el conducto colector y finalmente llega a la vejiga urinaria.
2. El indicador de la presión capilar glomerular muestra la presión hidrostática de la sangre en los capilares glomerulares, que promueve la filtración, y el indicador de velocidad de filtración muestra el flujo del líquido que se mueve desde la luz de los capilares glomerulares hacia la luz de la cápsula de Bowman. Seleccione *Registro de Datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
3. Elija el botón *Rellenar* (6) para llenar de nuevo el recipiente suministrador y preparar la nefrona para el próximo experimento.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué pasará con la presión capilar glomerular y la tasa de filtración si disminuye el radio de la arteriola aferente?

- Aumentarán tanto la presión como la tasa de filtración.
 - Tanto la presión como la tasa de filtración disminuirán.
 - La presión disminuirá y la tasa de filtración aumentará.
 - La presión aumentará y la tasa de filtración disminuirá.
4. Disminuya el radio de la arteriola aferente a 0,45 mm, pulsando el botón + (1). Presione *Comienzo* (4) para que comience la filtración glomerular.
 5. Observe los indicadores de presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular y seleccione registro de datos (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
 6. Repita el paso 3.
 7. Podrá observar el efecto de la disminución gradual del radio de la arteriola aferente. Disminuya el radio de la arteriola aferente en 0,05 mm, pulsando el botón – (1). Repita el paso 1 Observe los indicadores de presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular y elija el botón *Registro de datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula. Repita el paso 3.
Realice este paso cuantas veces sea necesario hasta llegar a un radio de la arteriola aferente de 0,35 mm.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué pasará con la presión capilar glomerular y la tasa de filtración si aumenta el radio de la arteriola aferente?

- Aumentarán tanto la presión como la tasa de filtración.
 - Tanto la presión como la tasa de filtración disminuirán.
 - La presión disminuirá y la tasa de filtración aumentará.
 - La presión aumentará y la tasa de filtración disminuirá.
8. Aumente el radio de la arteriola aferente a 0,55 mm, pulsando el botón + (1). Presione *Comienzo* (4) para iniciar la filtración glomerular.
 9. Repita el paso 5.
 10. Repita el paso 3.
 11. Aumente el radio de la arteriola aferente a 0,60 mm + (1). Presione *Comienzo* (6) para comenzar la filtración glomerular.
 12. Repita el paso 5.
 13. Repita el paso 3.

Deténgase y piense en la pregunta: El consumo de cafeína conduce a un aumento de la formación de orina. De los resultados de este experimento hasta ahora, podría proponer que

- la cafeína contrae la arteriola aferente.
- la cafeína reduce la presión arterial.
- la cafeína contrae la vejiga urinaria.
- la cafeína dilata la arteriola aferente.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué pasará con la presión capilar glomerular y la tasa de filtración si disminuye el radio de la arteriola eferente?

- Aumentarán tanto la presión como la tasa de filtración.
- Tanto la presión como la tasa de filtración disminuirán.
- La presión disminuirá y la tasa de filtración aumentará.
- La presión aumentará y la tasa de filtración disminuirá.

14. Disminuya el radio de la arteriola aferente a 0,50 mm, pulsando el botón – (1). Digite el botón *Comienzo* (4) para comenzar la filtración glomerular.
15. Repita el paso 5.
16. Repita el paso 3.
17. Ahora observará el efecto de las disminuciones graduales del radio de la arteriola eferente. Reduzca el radio de la arteriola eferente en 0,05 mm, pulsando el botón – (2) Presione *Comienzo* (4) para empezar la filtración glomerular. Observe los indicadores de presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular y digite el botón *Registro de datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula. Repita el paso 3. Repita este paso hasta llegar a un radio de la arteriola eferente de 0,30 mm.
 Deténgase y piense en la pregunta: Cuando está en el desierto y se está deshidratando, ¿cuál de las siguientes combinaciones de arteriolas le beneficiaría más?
 - Constricción aferente y eferente.
 - Dilatación aferente y constricción eferente.
 - Constricción aferente y dilatación eferente.
 - Dilatación aferente y eferente.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione Enviar (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

- Si aumenta el radio de la arteriola aferente y mantiene constantes todas las demás variables, la tasa de filtración glomerular
 - aumenta.
 - disminuye.
 - permanecer igual.
- Si disminuye el radio de la arteriola eferente y mantiene constantes todas las demás variables, el volumen de orina que fluye hacia la vejiga urinaria
 - aumenta.
 - disminuye.
 - permanecer igual.
- Si aumenta el radio de la arteriola eferente y mantiene constantes todas las demás variables, la tasa de filtración glomerular
 - aumenta.
 - disminuye.
 - permanecer igual.







- Si disminuye el radio de la arteriola aferente y mantiene constantes todas las demás variables, el volumen de orina que fluye hacia la vejiga urinaria
 - aumenta.
 - disminuye.
 - permanecer igual.

Hoja de revisión

1. ¿Cuáles son las dos funciones principales del riñón?

Fisiología del sistema renal: El efecto de la presión sobre la filtración glomerular

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 9 la actividad 2

Ejercicio 9: Fisiología del sistema renal	
Actividad 1: El efecto del radio de la arteriola en la filtración glomerular	
Actividad 2: El efecto de la presión sobre la filtración glomerular	
Actividad 3: Respuesta renal a la presión arterial alterada	
Actividad 4: Gradientes de solutos y su impacto en la concentración de orina	
Actividad 5: Reabsorción de glucosa a través de proteínas transportadoras	
Actividad 6: El efecto de las hormonas en la formación de orina	

Objetivos

- Entender los términos glomérulo, capilares glomerulares, túbulo renal, filtrado, fuerzas de Starling, cápsula de Bowman, corpúsculo renal, arteriola aferente, arteriola eferente, presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular.
- Comprender cómo influyen los cambios en la presión capilar glomerular sobre la velocidad de filtración glomerular.
- Entender cómo influyen los cambios en la presión del túbulo renal sobre la velocidad de filtración glomerular

Introducción

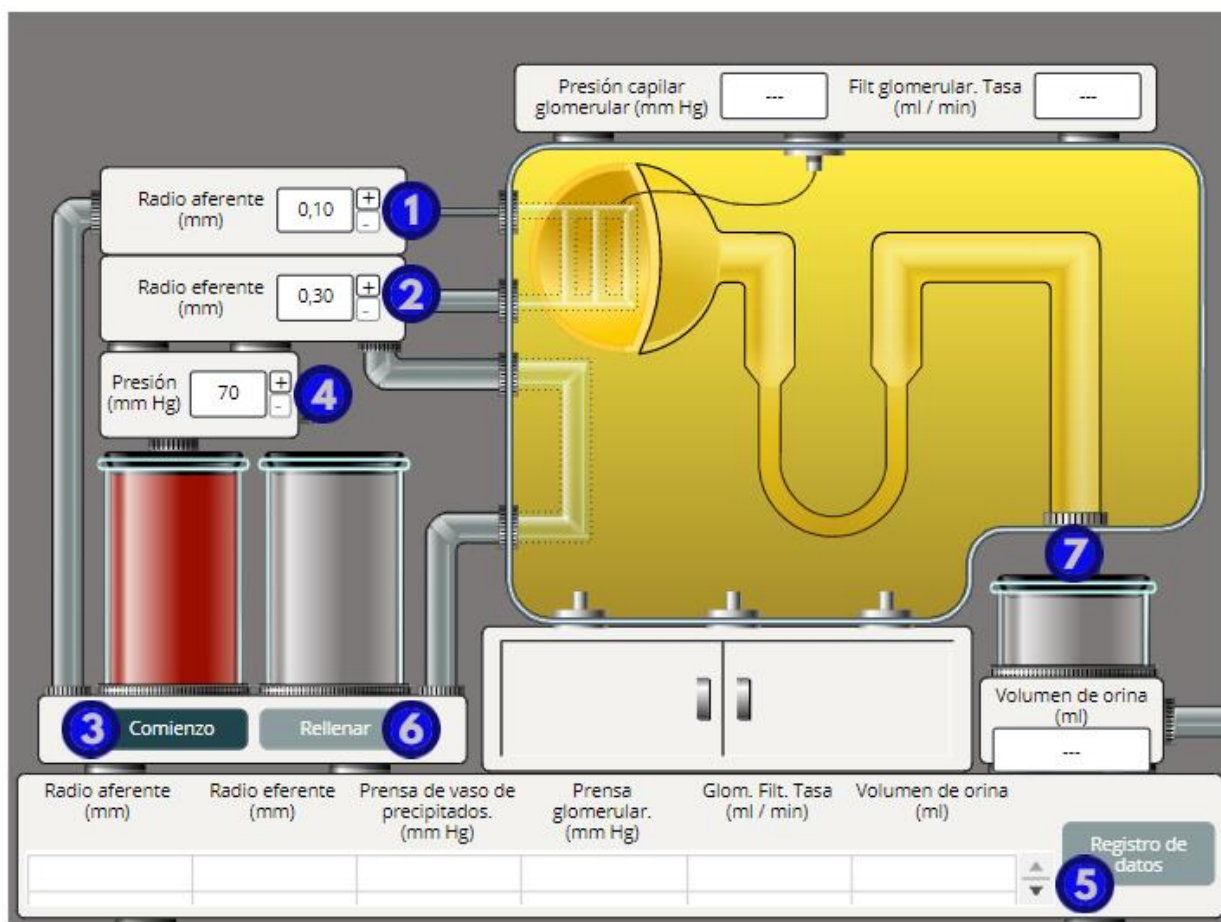
Este y el ejercicio pasado van muy de la mano, pues el cambio en la tasa de filtración glomerular depende de diversos factores, entre ellos, la presión arterial media, mencionada anteriormente. La tasa de filtración glomerular (TFG) puede aumentar o disminuir por cambios en presiones hidrostáticas y el cambio en la presión arterial media va de la mano con la contracción o dilatación de las arteriolas aferentes para mantener un filtrado glomerular normal, de aquí la importancia de entender todos estos conceptos (Martínez et al., 2011).

Cuestionario previo

1. ¿Cuál de las siguientes fuerzas promueve la filtración?
 - Presión arterial en los capilares peritubulares.
 - Presión de filtrado en la cápsula de Bowman.
 - Presión arterial en los capilares glomerulares.
 - Presión de filtrado en el túbulo renal.

2. La tasa de filtración glomerular se puede alterar al
 - cambiar la presión arterial en los capilares peritubulares.
 - cambiar la resistencia de la arteriola aferente.
 - cambiar la presión arterial en el túbulo contorneado proximal.
 - cambiar de bóxers a calzoncillos.
3. En 24 horas, los capilares glomerulares humanos pueden filtrar hasta ____ litros de filtrado.
 - 1-8
 - 18
 - 180
 - 1800
4. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el filtrado en el corpúsculo renal es falsa?
 - El filtrado está desprovisto de células sanguíneas.
 - El filtrado está esencialmente libre de proteínas.
 - El filtrado contiene una concentración de sales y moléculas orgánicas similar a la de la sangre.
 - Normalmente, más del 40% de la sangre que ingresa a los capilares glomerulares se convierte en filtrado.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Observe que la presión arterial está ajustada a 70 mm Hg, el radio de la arteriola aferente se ha fijado en 0,50 mm (1) y el de la arteriola eferente en 0,45 mm (2). Presione *Comienzo* (3) para que inicie la filtración glomerular. A medida que la sangre fluye desde el portador de la fuente a través del corpúsculo renal, el filtrado se mueve a través del túbulo renal, luego pasa por el conducto colector hasta llegar a la vejiga urinaria.
2. El indicador de la presión capilar glomerular muestra la presión hidrostática de la sangre en los capilares glomerulares, que promueve la filtración, y el indicador de velocidad de filtración muestra el flujo del fluido que se mueve desde la luz de los capilares glomerulares hacia la luz de la cápsula de Bowman. Presione *Registro de datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
3. Digite el botón *Rellenar* (6) para llenar de nuevo el recipiente suministrador y preparar la nefrona para el próximo experimento.
Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué pasará con la presión capilar glomerular y la tasa de filtración si aumenta la presión arterial en el vaso de precipitados de la izquierda?
 - Aumentarán tanto la presión como la tasa de filtración.
 - Tanto la presión como la tasa de filtración disminuirán.
 - La presión disminuirá y la tasa de filtración aumentará.
 - La presión aumentará y la tasa de filtración disminuirá.
4. Aumenta la presión arterial a 80 mm Hg, pulsando el botón + (4). Presione el botón *Comienzo* (3) para iniciar la filtración glomerular.
5. Observe los indicadores de presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular y pulse el botón *Registro de datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
6. Repita el paso 3.
7. Ahora observará el efecto de aumentos graduales adicionales de la presión arterial. Incrementa la presión arterial en 10 mm Hg, digite el botón + (4). Presione *Comienzo* (3) para iniciar la filtración glomerular. Observe los indicadores de presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular y pulse *Registro de datos* (5) para mostrar tus resultados en la cuadrícula. Repita el paso 3.
Repita este paso hasta llegar a una presión arterial de 100 mm Hg.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál es la relación importante que subyace al aumento observado en la tasa de filtración glomerular cuando el aumenta la presión arterial?
 - La presión y el flujo son inversamente proporcionales.
 - El flujo y la resistencia son directamente proporcional.es
 - La presión y el flujo son directamente proporcionales.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué pasará con la presión del filtrado en la cápsula de Bowman (no se mide directamente en este experimento) y la tasa de filtración si cierra la válvula unidireccional entre el conducto colector y la vejiga urinaria?

- Aumentarán tanto la presión como la tasa de filtración.
 - Tanto la presión como la tasa de filtración disminuirán.
 - La presión disminuirá y la tasa de filtración aumentará.
 - La presión aumentará y la tasa de filtración disminuirá.
8. Observe que la válvula entre el conducto colector y la vejiga urinaria está abierta. Disminuya la presión arterial a 70 mm Hg, pulsando el botón (4). Presione *Comienzo* (3) para que comience la filtración glomerular.
 9. Observe los indicadores de presión capilar glomerular y velocidad de filtración glomerular y pulse *Registro de datos* (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
 10. Repita el paso 3.
 11. Pulsa en la válvula entre el conducto colector y la vejiga urinaria para cerrarla (7). Presione *Comienzo* (3) para iniciar la filtración glomerular.
 12. Repita el paso 5.
 13. Repita el paso 3.
 14. Aumenta la presión arterial a 100 mm Hg (4). Pulsa comienzo (3).
 15. Repita el paso 5.
 16. Repita el paso 3.
 17. Pulse en la válvula entre el conducto colector y la vejiga urinaria para abrirla (7). Presione *Comienzo* (3).
 18. Repita el paso 5.
Deténgase y piense en la pregunta: ¿Qué condición médica es análoga a la válvula cerrada?
 - Una infección del tracto urinario.
 - Un tumor que obstruye el túbulo renal.
 - Diabetes tipo II.
 - Intoxicación alcohólica.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. En los seres humanos, la tasa de filtración glomerular normalmente oscila entre
 - 20 a 50 ml/min.
 - 80 a 140 ml/min.
 - 100 a 200 ml/min.
 - 125 a 175 ml/min.

2. ¿Cuál de los siguientes no tiene un impacto significativo en la tasa de filtración glomerular?
 - Presión arterial en los capilares glomerulares.
 - Presión de filtrado en el túbulo renal.
 - Permeabilidad del conducto colector.
 - Longitud del túbulo renal.
3. En ausencia de mecanismos reguladores, ¿qué cree que sucedería con la tasa de filtración glomerular de una persona que experimenta un aumento de la presión arterial?
 - La tasa de filtración glomerular podría aumentar.
 - La tasa de filtración glomerular podría disminuir.
 - La tasa de filtración glomerular seguiría siendo la misma.
4. ¿Qué pasaría con la tasa de filtración glomerular de una persona que experimenta una gran hemorragia?
 - La tasa de filtración glomerular aumentaría.
 - La tasa de filtración glomerular disminuiría.
 - La tasa de filtración glomerular seguiría teniendo el mismo valor.

Hoja de revisión

1. A medida que aumentaba la presión arterial, ¿qué sucedía con la presión capilar glomerular y la tasa de filtración glomerular? ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?





Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué pasará con la presión capilar glomerular y la tasa de filtración si aumenta la presión arterial en el vaso de precipitados izquierdo?

El software despliega su respuesta anterior.



Equilibrio ácido-base: hiperventilación

Ingresar a la página principal del software y seleccionar del ejercicio 10 la actividad 1

Ejercicio 10: Equilibrio ácido-base	
Actividad 1: hiperventilación	
Actividad 2: Reinspiración	
Actividad 3: Respuestas renales a la acidosis respiratoria y la alcalosis respiratoria	
Actividad 4: Respuestas respiratorias a la acidosis metabólica y la alcalosis metabólica	

Objetivos

- Introducir el concepto de homeostasis del pH corporal.
- Conocer el rango normal de pH y PCO₂.
- Reconocer la alcalosis respiratoria y sus causas.
- Interpretar un registro de respiración durante hiperventilación en el osciloscopio y compararlo con un registro de respiración normal.

Introducción

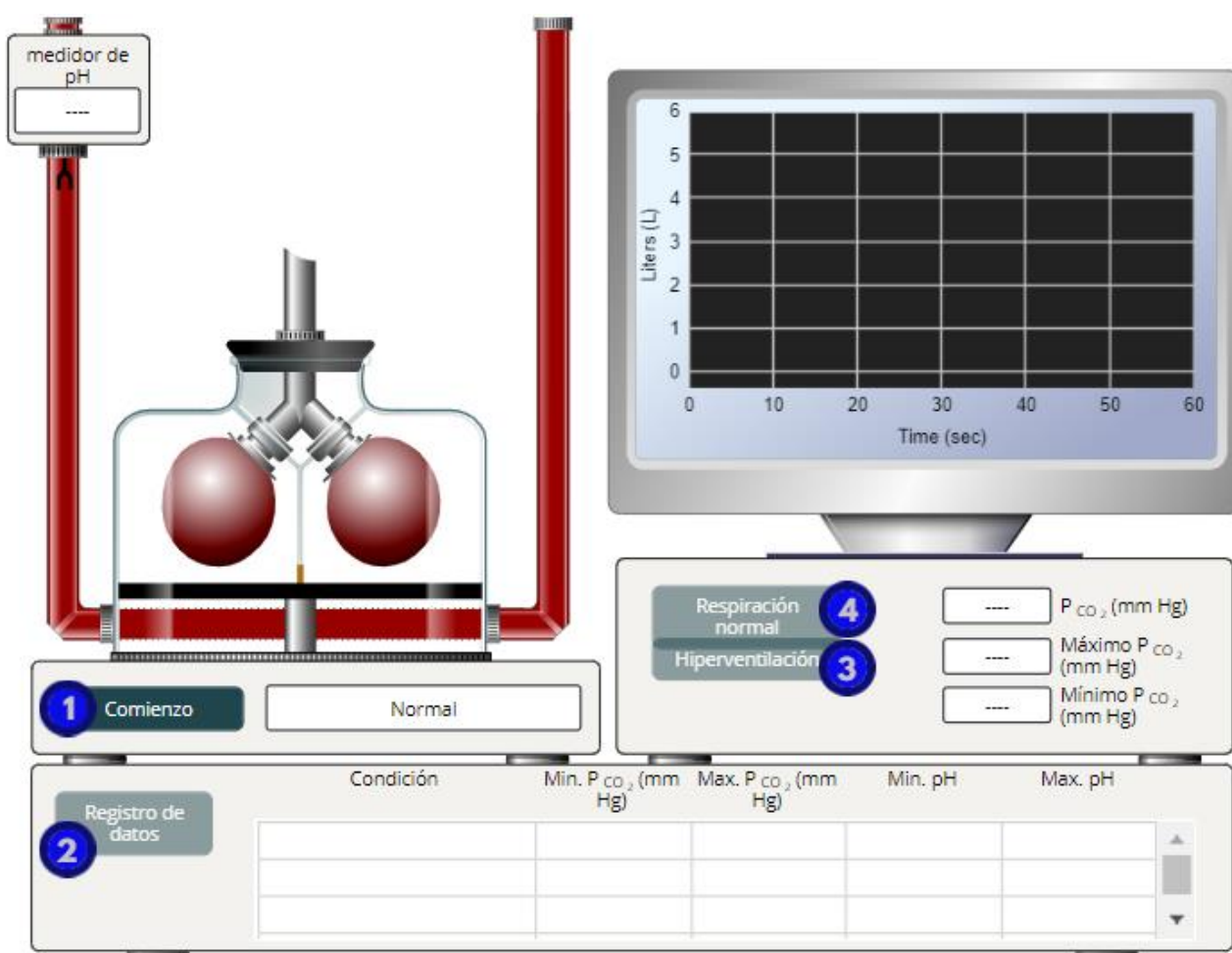
La hiperventilación se define como un aumento del volumen/minuto por encima de los límites fisiológicos que permiten mantener un adecuado intercambio gaseoso; su característica principal es un aumento de la frecuencia respiratoria. La hiperventilación ocurre cuando existe algún estímulo que genera el comienzo del impulso ventilatorio en el centro respiratorio; a su vez, si existe algún trastorno intrínseco o estimulación extrínseca del centro respiratorio que condiciona que genere un incremento de la ventilación inapropiada o por último la presencia de impulsos aferentes del parénquima pulmonar a causa de una neumopatía subyacente. A la presión parcial arterial de dióxido de carbono ser inversamente proporcional a la ventilación alveolar, sucede una alcalosis respiratoria por situaciones como que la tasa de eliminación de CO₂ supera a la tasa de producción. La disminución del CO₂ reduce la síntesis de ácido carbónico (H₂CO₃), lo cual provoca la disminución de iones hidrógeno (H⁺) y un aumento del pH (Manzur, 2016).

Cuestionario previo

1. El mecanismo compensatorio más rápido para mantener la homeostasis del pH en el cuerpo humano es
 - el sistema renal.
 - el sistema respiratorio.
 - el sistema tampón químico.
 - el sistema endocrino.

2. Un aumento en la concentración de iones de hidrógeno
 - aumenta el pH.
 - aumenta el almacenamiento en búfer.
 - aumenta la alcalinidad.
 - disminuye el pH.
3. La cantidad de dióxido de carbono en la sangre se mide en Q
 - Unidades de pH.
 - mm Hg.
 - mL.
 - Nanomoles.
4. La reacción de agua y dióxido de carbono es catalizada por anhídrido carbónico.
 - Ácido carbónico.
 - Ion bicarbonato.
 - Un amortiguador.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Presione *Comienzo* (1) para dar inicio al patrón de respiración normal. Observe la lectura del pH en la parte superior izquierda, la lectura del indicador de PCO_2 y la forma del registro que recorre la pantalla del osciloscopio.
2. Digite el botón *Registro de datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Estaban el pH y la PCO_2 en el rango normal?

- El pH estaba en el rango normal pero la PCO_2 no.
- El pH no estaba en el rango normal, pero la PCO_2 sí.
- Tanto el pH como la PCO_2 estaban en el rango normal.

Prediga la respuesta de la pregunta: ¿Qué cree que pasará con los niveles de pH y PCO_2 con la hiperventilación?

- El pH y la PCO_2 disminuirán.
- El pH disminuirá y la PCO_2 aumentará.
- El pH aumentará y la PCO_2 disminuirá.
- El pH y la PCO_2 aumentarán.

3. Digite el botón *Comienzo* (1) para iniciar el patrón de respiración normal. Después de que el registro avance durante 10 segundos, pulse en *Hiperventilación* (3) para iniciar el patrón de hiperventilación respiratoria. Observe la lectura del pH en la parte superior izquierda, la lectura del indicador de PCO_2 y la forma del registro que recorre la pantalla del osciloscopio.
4. Pulse *Registro de datos* (2) para mostrar tus resultados en la cuadrícula.
5. Digite el botón *Comienzo* (1) para iniciar el patrón de respiración normal. Luego de que el registro avance durante 10 segundos, pulse en *Hiperventilación* (3) para iniciar el patrón de hiperventilación respiratoria. Inmediatamente de que el registro de hiperventilación avance otros 10 segundos, presione *Respiración normal* (4) para regresar al patrón de respiración normal. Observe la lectura del pH en la parte superior izquierda, la lectura del indicador de PCO_2 y la forma del registro que recorre la pantalla del osciloscopio.
6. Repita el paso 4.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál fue el efecto de volver a la respiración normal después de la hiperventilación?

- El tamaño del pico no aumentó durante la segunda hiperventilación.
- La respiración se detuvo temporalmente para retener dióxido de carbono.
- La PCO_2 mínima disminuyó más.
- El pH máximo aumentó más.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. La hiperventilación da como resultado
 - acidosis respiratoria.
 - alcalosis respiratoria.
 - acidosis renal.
 - alcalosis renal.
2. Con hiperventilación, los picos más altos en el trazado indican O un mayor volumen de aire
 - aguantando la respiración.
 - asma.
 - dióxido de carbono elevado en la sangre.
3. ¿Cuál de las siguientes opciones no es una causa potencial de alcalosis respiratoria?
 - Hiperventilación debido a un ataque de pánico.
 - Viajar a gran altitud.
 - Hiperventilación debido a la ansiedad enfisema.
4. Los riñones pueden compensar la alcalosis respiratoria mediante
 - excreta de H^+ y excreta de ion bicarbonato.
 - retención de H^+ y excreta de ion bicarbonato.
 - retención de H^+ y retención de iones bicarbonato.
 - excreta de ácido carbónico.





Hoja de revisión

1. Describa los rangos normales de pH y dióxido de carbono en la sangre.



Equilibrio ácido-base: Re inspiración

Ingresar a la página principal del software y seleccionar del ejercicio 10 la actividad 2

Ejercicio 10: Equilibrio ácido-base	
Actividad 1: hiperventilación	
Actividad 2: Reinspiración	
Actividad 3: Respuestas renales a la acidosis respiratoria y la alcalosis respiratoria	
Actividad 4: Respuestas respiratorias a la acidosis metabólica y la alcalosis metabólica	

Objetivos

- Entender por qué respirar el mismo aire espirado puede simular hipoventilación.
- Observar los resultados de la acidosis respiratoria.
- Describir las causas de la acidosis respiratoria.

Introducción

La acidosis respiratoria es un proceso que ocurre cuando hay un aumento de CO_2 y los pulmones no pueden eliminar todo ese dióxido de carbono producido por el organismo. Esto provoca que la sangre y otros líquidos corporales se acidifiquen (MedlinePlus, 2021). Esta actividad se estudia lo que sucede con el pH y los niveles de dióxido de carbono en la sangre durante la reinspiración.

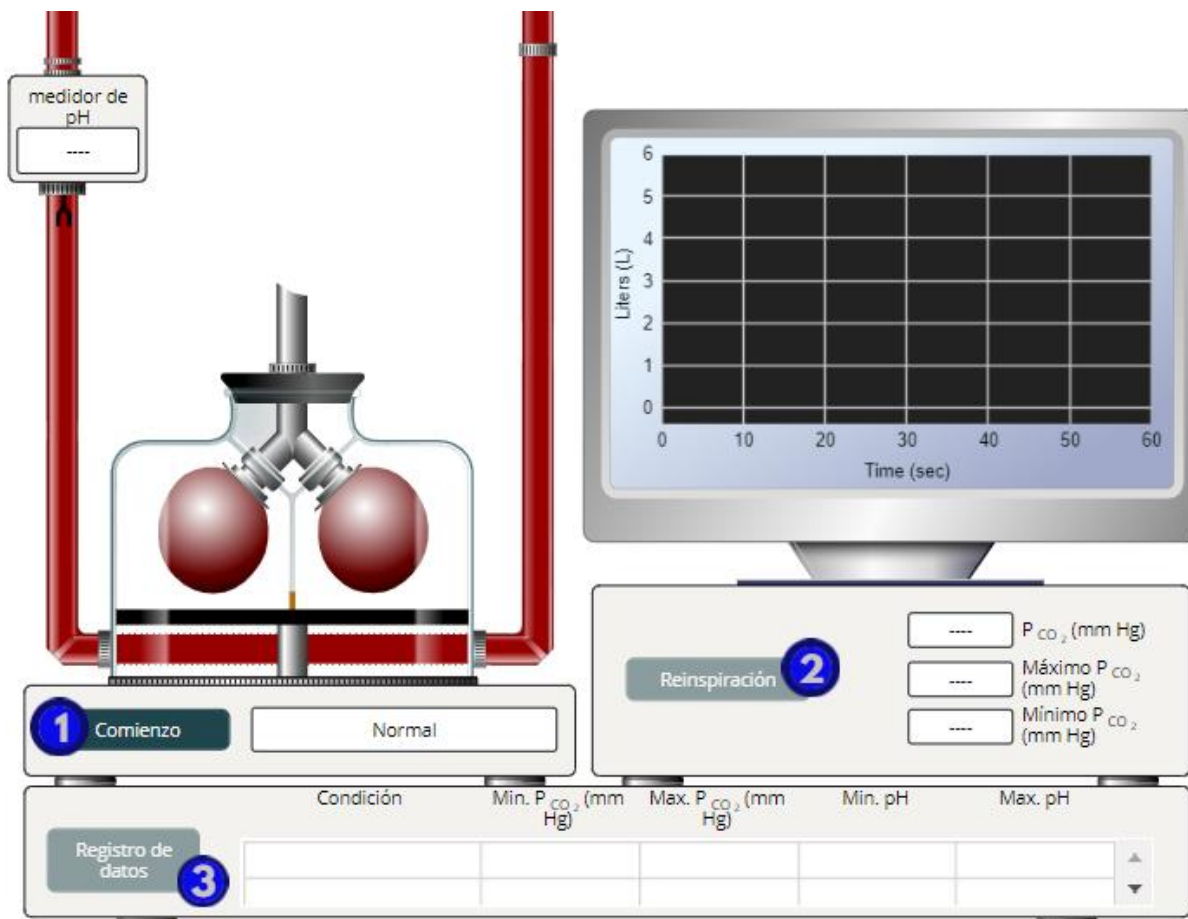
Cuestionario previo

1. En casos de acidosis, el pH de la sangre es Q cualquier pH ácido
 - mayor que 7,35.
 - menos de 7,35.
 - menos de 7,45.
2. Forma de dióxido de carbono y agua.
 - Ácido carbónico (un ácido débil).
 - Ácido carbónico (un ácido fuerte).
 - Ácido carbónico (una base débil).
 - Ácido carbónico (una base fuerte).
3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones se aplica a la acidosis respiratoria?
 - La hiperventilación es la causa.
 - El pH de la sangre está por encima de 7,45.
 - La cantidad de dióxido de carbono en la sangre es mayor de lo normal.
 - Por lo general es causado por viajar a gran altura.

4. Reinspiración.

- Simula hiperventilación.
- Ejemplifica al respirar en una bolsa de papel.
- Da como resultado la acumulación de oxígeno.
- Resulta en alcalosis respiratoria.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Digite Comienzo (1) para iniciar el patrón de respiración normal. Observe la lectura del acidímetro en la parte superior izquierda, la lectura del indicador de P_{CO_2} y la forma del registro que recorre la pantalla del osciloscopio.
2. Presione *Registro de datos* (3) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué cree que pasará con los niveles de pH y PCO_2 durante la reinspiración?

- El pH y la PCO_2 disminuirán.
 - El pH disminuirá y la PCO_2 aumentará.
 - El pH aumentará y la PCO_2 disminuirá.
 - El pH y la PCO_2 aumentarán.
3. Digite Comienzo (1) para dar inicio al patrón de respiración normal. Después de que el registro avance durante 10 segundos, pulse en *Reinspiración* (2) para iniciar el patrón de reinspiración. Observe la lectura del pH en la parte superior izquierda, la lectura del indicador de PCO_2 y la forma del registro que recorre la pantalla del osciloscopio.
4. Repita el paso 2.
- Deténgase y piense en la pregunta: ¿Cuál de los siguientes puede causar acidosis respiratoria?
- Hiperventilación.
 - Viajando a gran altitud.
 - Obstrucción de la vía aérea.
 - Ataque de pánico.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. La reinspiración simula
 - hipoventilación y acidosis respiratoria.
 - hiperventilación y acidosis respiratoria.
 - hipoventilación y alcalosis respiratoria.
 - hiperventilación y alcalosis respiratoria.
2. La hipoventilación da como resultado
 - alcalosis respiratoria.
 - un pH sanguíneo de $> 7,45$.
 - una acumulación de dióxido de carbono en la sangre.
 - volver a respirar.
3. El sistema renal puede compensar la acidosis respiratoria mediante
 - reteniendo H^+ y excretando ion bicarbonato.
 - excretando H^+ y retención de iones bicarbonato.
 - reteniendo Ion H^+ y bicarbonato.
 - excretando Ion H^+ y bicarbonato.

4. La acidosis respiratoria puede ser causada por todo lo siguiente excepto
- hipoventilación.
 - enfisema.
 - sobredosis de fármacos.
 - un ataque de ansiedad.

Hoja de revisión

1. Describa qué sucedió con el pH y los niveles de dióxido de carbono durante la reinspiración. ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?





Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará con el pH y niveles de P_{CO_2} durante la reinhalación?

El software despliega su respuesta anterior.



Equilibrio ácido-base: Respuestas renales a la acidosis respiratoria y la alcalosis respiratoria

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 10 la actividad 3

Ejercicio 10: Equilibrio ácido-base	
Actividad 1: hiperventilación	
Actividad 2: Reinspiración	
Actividad 3: Respuestas renales a la acidosis respiratoria y la alcalosis respiratoria	
Actividad 4: Respuestas respiratorias a la acidosis metabólica y la alcalosis metabólica	

Objetivos

- Comprender los mecanismos de compensación renal ante la acidosis y la alcalosis respiratorias.
- Examinar la unidad funcional de los riñones que participa en el equilibrio ácido base.
- Observar los cambios que se producen en la concentración de iones con la compensación renal

Introducción

Un ejemplo de la respuesta compensatoria renal a la acidosis respiratoria, consiste en la administración extra de bicarbonato que resulta en la eliminación urinaria del exceso de álcali sin aumentar el bicarbonato en el plasma (Vera, 2018). En esta actividad estudiará cómo el sistema renal compensa tanto la acidosis respiratoria como la alcalosis respiratoria.

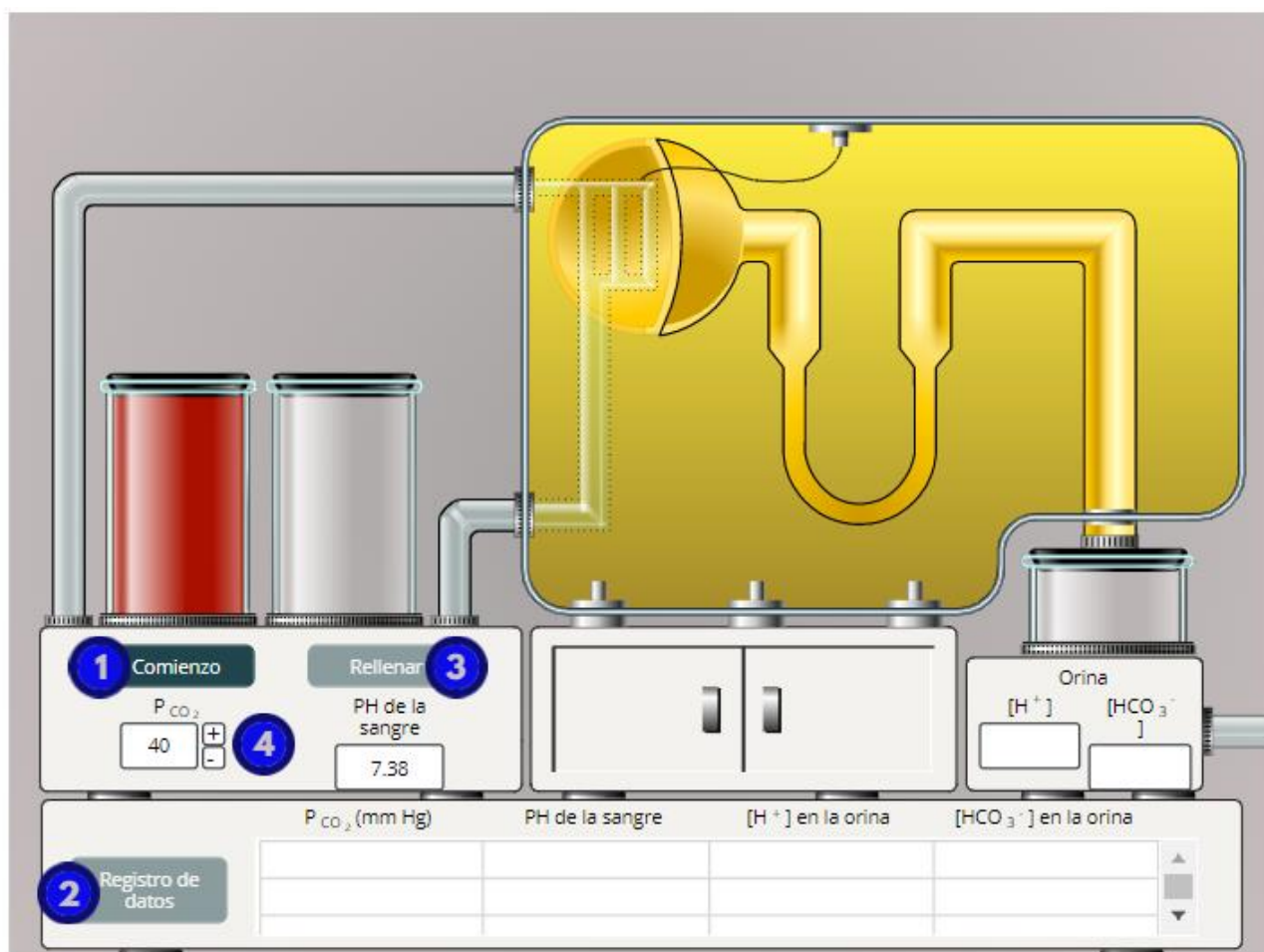
Cuestionario previo

1. El sistema renal compensa
 - sistemas tamponadores químicos.
 - acidosis respiratoria.
 - alcalosis respiratoria.
 - tanto la acidosis respiratoria como la alcalosis respiratoria.
2. La alcalosis respiratoria se caracteriza por
 - pH superior a 7,45 y P CO₂ menos de 35mm Hg.
 - pH superior a 7,45 y P CO₂ mayor que 35mm Hg.
 - pH inferior a 7,35 y P CO₂ mayor que 45mm Hg.
 - pH inferior a 7,35 y P CO₂ menos de 45mm Hg.

3. La acidosis respiratoria se caracteriza por
 - pH superior a 7,45 y P CO₂ menos de 35mm Hg.
 - pH superior a 7,45 y P CO₂ mayor que 35mm Hg.
 - pH inferior a 7,35 y P CO₂ mayor que 45mm Hg.
 - pH inferior a 7,35 y P CO₂ menos de 45mm Hg.

4. La unidad funcional del riñón es la O neurona
 - nefrona.
 - glomérulo.
 - vejiga.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Mire que el valor de PCO₂ se ha fijado en 40 mm Hg (en el rango normal) y que el pH de la sangre también se encuentra en el rango normal. Digite comienzo (1) para que la sangre fluya al glomérulo y se filtre a través del rincón.

2. Observe los valores de $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ de la orina que aparecen en el indicador correspondiente y digite *Registro de datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
3. Digite *Rellenar* (3) para volver a llenar el recipiente suministrador de sangre. Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué efecto cree que tendrá la reducción de la PCO_2 sobre $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ en la orina?
 - $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ aumentarán.
 - $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ disminuirán.
 - $[H^+]$ aumentará y $[HCO_3^-]$ disminuirá.
 - $[H^+]$ disminuirá y $[HCO_3^-]$ aumentará.
4. Baje el valor de PCO_2 hasta 30, pulsando el botón (4) situado al lado del indicador de PCO_2 . Observe el incremento del pH sanguíneo (por encima del rango normal). Digite *Comienzo* (1) para que la sangre fluya al glomérulo y se filtre a través del riñón.
5. Observe los valores de $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ de la orina y pulse en *Registro de datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula. Deténgase y piense en la pregunta: La condición que acaba de simular es
 - acidosis respiratoria causada por hipoventilación.
 - alcalosis respiratoria causada por hiperventilación.
 - acidosis respiratoria causada por hiperventilación.
 - alcalosis respiratoria causada por hipoventilación.
6. Repita el paso 3. Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué efecto cree que tendrá el aumento de la PCO_2 sobre $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ en la orina?
 - $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ aumentarán.
 - $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ disminuirán.
 - $[H^+]$ aumentará y $[HCO_3^-]$ disminuirá.
 - $[H^+]$ disminuirá y $[HCO_3^-]$ aumentará.
7. Aumente el valor de PCO_2 hasta 60, pulsando el botón (4) situado al lado del indicador de PCO_2 . Observe la disminución del pH sanguíneo (por debajo del rango normal). Digite el botón *Comenzar* (1) para que la sangre se dirija al glomérulo y se filtre a través del riñón.
8. Repita el paso 5. Deténgase y piense en la pregunta: ¿Puede el sistema renal compensar completamente la acidosis o la alcalosis?
 - Sí, pero solo para la acidosis respiratoria.
 - Sí, pero solo para alcalosis respiratoria.
 - Sí, tanto para alcalosis respiratoria como para acidosis respiratoria.
 - No, ni para alcalosis respiratoria ni acidosis respiratoria.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. Al ajustar los controles, ¿qué sucede con el pH de la sangre cuando baja el P_{CO_2} ?
 - El pH aumenta.
 - El pH disminuye.
 - El pH se mantuvo igual.
2. En la alcalosis respiratoria no compensada
 - los niveles de dióxido de carbono en la sangre están elevados.
 - los niveles de dióxido de carbono en la sangre son bajos.
 - El nivel de dióxido de carbono en sangre es normal.
 - El pH de la sangre es bajo.
3. ¿Qué tipo de respiración resulta en acidosis?
 - Hiperventilación.
 - hipoventilación respiro.
 - hipoventilación y reinspiración.
4. Con compensación renal para la acidosis respiratoria, el pH de la orina
 - se ve aumentado porque $[H^+]$ aumentó.
 - se ve disminuido porque $[H^+]$ aumentó.
 - se ve aumentado porque $[H^+]$ disminuyó.
 - se ve disminuido porque $[H^+]$ disminuyó.

Hoja de revisión





1. Describa qué sucedió con la concentración de iones en la orina cuando se redujo el PCO_2 ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué efecto cree que tendría la reducción del PCO_2 sobre $[H^+]$ y $[HCO_3^-]$ en la orina?

El software despliega su respuesta anterior.

Equilibrio ácido-base: Respuestas respiratorias a la acidosis metabólica y la alcalosis metabólica

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 10 la actividad 4

Ejercicio 10: Equilibrio ácido-base	
Actividad 1: hiperventilación	
Actividad 2: Reinspiración	
Actividad 3: Respuestas renales a la acidosis respiratoria y la alcalosis respiratoria	
Actividad 4: Respuestas respiratorias a la acidosis metabólica y la alcalosis metabólica	

Objetivos

- Entender las causas de la acidosis y de la alcalosis metabólica.
- Observar los cambios fisiológicos que ocurren con el incremento y la disminución de la tasa metabólica.
- Explicar cómo el sistema respiratorio compensa la acidosis y la alcalosis metabólicas.

Introducción

El desarrollo de esta actividad, igual que la práctica pasada en esta actividad, se fundamenta en la comprensión de la compensación respiratoria del organismo en presencia de un desequilibrio a causa de una acidosis o alcalosis metabólicas.

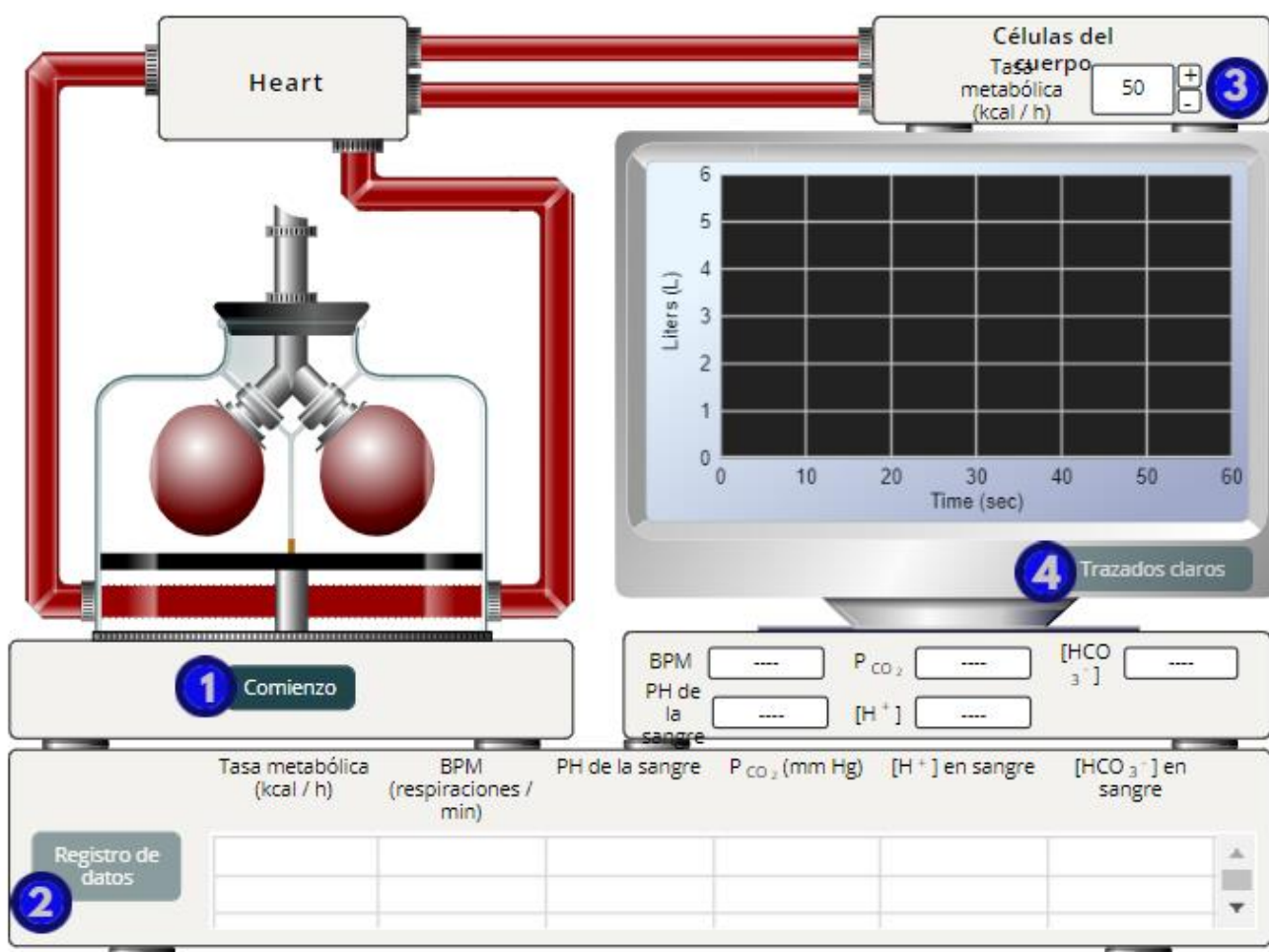
Cuestionario previo

1. Un aumento en la tasa metabólica (sin compensación) resultaría en
 - más dióxido de carbono en la sangre.
 - menos dióxido de carbono en la sangre.
 - acidosis respiratoria.
 - alcalosis respiratoria.
1. Los vómitos excesivos resultan en
 - pérdida de base, alcalosis metabólica.
 - pérdida de base, acidosis metabólica.
 - pérdida de ácido, alcalosis metabólica.
 - pérdida de ácido, acidosis metabólica.

2. ¿Cuál de los siguientes no es ácido?
 - Cuerpos cetónicos.
 - Subproductos metabólicos de la ingestión de alcohol.
 - Salicilato de aspirina.
 - Antiácidos.

3. ¿Cuál de los siguientes disminuye la tasa de metabolismo?
 - Fiebre.
 - Temperatura corporal baja.
 - Estrés.
 - Consumir comida.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Inicie observando la actividad respiratoria en condiciones metabólicas normales. Observe que la tasa metabólica se ha fijado en 50 kcal/h (el valor normal para este experimento). Digite *Comienzo* (1) para poner en marcha la respiración y el flujo sanguíneo. Observe las flechas que indican la dirección del flujo sanguíneo. En la pantalla del osciloscopio aparece el registro de la actividad respiratoria.
2. Mire los valores que aparecen en los indicadores situados debajo del osciloscopio y presione *Registro de datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula. Deténgase y piense en la pregunta: El volumen corriente y las respiraciones por minuto aumentaron con el aumento del metabolismo porque
 - la temperatura corporal aumentó.
 - se está formando más dióxido de carbono.
 - el pH de la sangre ha aumentado.
3. Incrementa la tasa metabólica a 60 kcal/h pulsando en el botón + (3). Digite *Comienzo* (1) para poner en marcha la respiración y el flujo sanguíneo.
4. Observe los valores que se muestran en los indicadores situados debajo del osciloscopio y pulse *Registro de datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
5. Digite *Borrar registro* (4) para eliminar el registro del osciloscopio. Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué crees que pasará cuando la tasa metabólica se incremente a 80 kcal / h?
 - Acidosis metabólica.
 - Alcalosis metabólica.
 - Acidosis respiratoria.
 - Alcalosis respiratoria.
6. Aumente la tasa metabólica a 80 kcal/h, pulsando en el botón (3). Digite *Comienzo* (1) para poner en marcha la respiración y el flujo sanguíneo.
7. Repita el paso 4.
8. Repita el paso 5.
9. Disminuya la tasa metabólica a 40 kcal/h pulsando en el botón (3). Presione *Comienzo* (1) para iniciar la respiración y el flujo sanguíneo.
10. Repita el paso 4.
11. Repita el paso 5. Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: ¿Qué cree que sucederá cuando la tasa metabólica se reduzca a 20 kcal / h?
 - El pH disminuirá.
 - La PCO₂ aumentará.
 - H⁺ aumentará.
 - Las respiraciones por minuto disminuirán.
12. Disminuya la tasa metabólica a 20 kcal/h pulsando en el botón (3) situado al lado del indicador de tasa metabólica. Presione *Comienzo* (1) para poner en marcha la respiración y el flujo sanguíneo.
13. Repita el paso 4. Deténgase y piense en la pregunta: ¿Qué sistema corporal compensa la alcalosis metabólica?
 - Urinario.
 - Cardiovascular.
 - Respiratorio.
 - Digestivo.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. ¿Qué pasó con la respiración cuando se aceleró el metabolismo?
 - Las respiraciones por minuto disminuyeron.
 - Las respiraciones por minuto aumentaron.
 - El volumen corriente aumentó.
 - Las respiraciones por minuto y el volumen corriente aumentaron.
2. ¿Cuál de los siguientes no es una causa de acidosis metabólica?
 - Diabetes mellitus.
 - Estreñimiento.
 - Diarrea.
 - Ejercicio agotador.
3. Si PCO_2 en la sangre aumenta, entonces
 - la concentración H^+ aumenta y el pH disminuye.
 - H^+ disminuye y el pH disminuye.
 - H^+ disminuye y el pH aumenta.
 - H^+ aumenta y el pH aumenta.
4. ¿Cuál de los siguientes valores aumentó con la disminución del metabolismo?
 - La concentración de H.
 - La concentración de HCO_3^- .
 - pH y la concentración de HCO_3^- .

Hoja de revisión

1. Describa qué sucedió con el pH de la sangre cuando la tasa metabólica se incrementó a 80. ¿Qué sistema corporal estaba compensando? ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción? Kcal / h
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué cree que pasará cuando la tasa metabólica se incremente a 80 kcal / h?

Análisis de sangre: Tipo de sangre

Ingresar a la página principal del software y seleccionar del ejercicio 11 la actividad 4

Ejercicio 11: Análisis de sangre	
Actividad 1: Determinación del hematocrito	
Actividad 2: Velocidad de sedimentación globular	
Actividad 3: Determinación de hemoglobina	
Actividad 4: Tipo de sangre	
Actividad 5: Colesterol en sangre	

Objetivos

- Conocer los términos antígenos, aglutinógenos, antígenos ABO, antígenos Rh y aglutininas.
- Aprender a realizar un ensayo de determinación de grupos sanguíneos.
- Comprender los resultados y sus implicaciones, cuando se examinan las reacciones de aglutinación.
- Entender la importancia de la correcta eliminación del material de laboratorio que ha estado en contacto con sangre.

Introducción

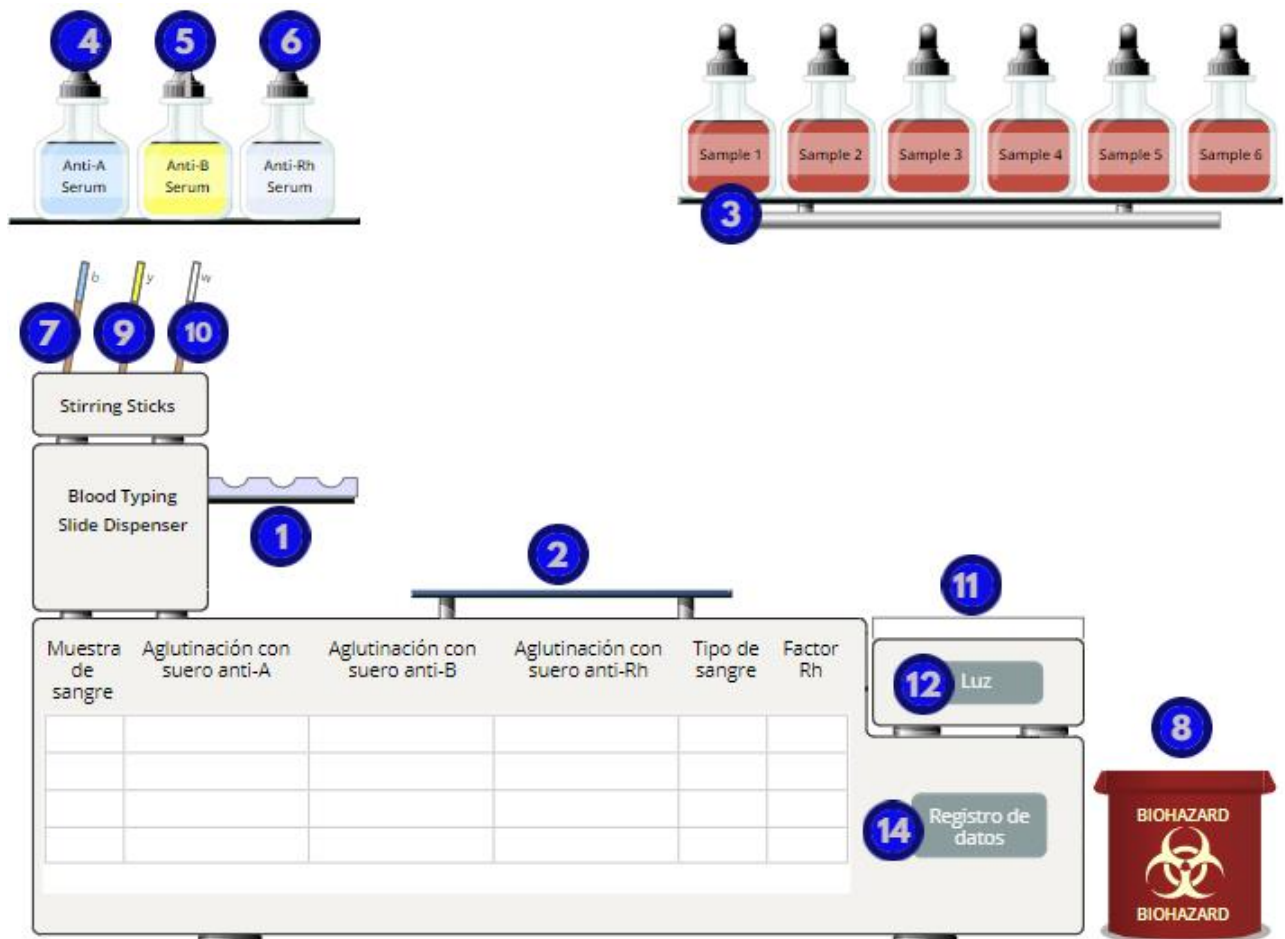
En la sangre existen 2 antígenos (tipo A y tipo B) que aparecen en las superficies de los eritrocitos en una gran cantidad de la población. Son llamados aglutinógenos porque agrupan los eritrocitos. Las personas que no poseen los antígenos A y B, contienen el fenotipo O y originan anticuerpos contra los antígenos A y B. Existen 4 diferentes grupos sanguíneos (A, AB, B, O) (Márquez, Lancheros & Díaz, 2019). En esta actividad se realiza la determinación del tipo de sangre y el factor Rh de seis pacientes diferentes.

Cuestionario previo

1. Las membranas celulares de la sangre tienen
 - antígenos que especifican el nombre de un individuo.
 - aglutinantes genéticamente determinados que pueden causar una reacción que pone en peligro la vida.
 - aglutinógenos que especifican el tipo de sangre de ese individuo.
 - todo lo anterior.

2. ABO y antígenos Rh
 - Pueden causar tipos de sangre incompatibles.
 - Presentes en la sangre de un donante pueden reaccionar con anticuerpos en la sangre de un receptor de transfusiones, lo que da lugar a un aglutinamiento.
 - Causan las reacciones de transfusiones más vigorosas y potencialmente fatales.
 - Todas estas respuestas son correctas.
3. ¿Cuál de los siguientes enunciados acerca de los tipos de sangre es correcta?
 - Una persona con sangre tipo A puede tener 2 alelos para el antígeno A o un callejón tipo A y un callejón para el antígeno tipo B.
 - Una persona con sangre tipo B debe tener 2 alelos para el antígeno B.
 - Una persona con sangre tipo AB tiene 2 alelos para el antígeno A y un todo para el antígeno B.
 - Una persona con sangre del tipo O tiene 2 alelos recesivos y no tiene el tipo A ni el antígeno tipo B.
4. Los anticuerpos para los antígenos A y B
 - son encontrados preformados en el plasma sanguíneo.
 - no se han encontrado preformados en el plasma. Solo se producen después de la exposición a la sangre que tiene estos antígenos.
 - están presentes en las membranas de los glóbulos rojos.
 - están presentes en todos.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Arrastre el portaobjetos (1) hasta la mesa de trabajo (2). Tenga en cuenta cada pocillo del portaobjetos está rotulados como "A", "B" y "Rh".
2. Arrastre el tapón cuentagotas de la botella de la muestra 1 (3) hasta el pocillo A del portaobjetos para agregar una gota de sangre en cada pocillo.
3. Arrastre el tapón cuentagotas de la botella del suero anti-A (4) hasta el pocillo A del portaobjetos para depositar una gota de este suero.
4. Arrastre el tapón cuentagotas de la botella del suero anti-B (5) hasta el pocillo B del portaobjetos para agregar una gota de este suero.
5. Arrastre el tapón cuentagotas de la botella del suero anti- Rh (6) hasta el pocillo Rh del portaobjetos para colocar una gota de este suero.
6. Arrastre la varilla de agitación con punta azul (7) hasta el pocillo A para mezclar la muestra.
7. Arrastre la varilla de agitación al recipiente para la recogida de residuos peligrosos (8).

8. Arrastre la varilla de agitación con punta amarilla (9) hasta el pocillo B para mezclar la muestra B.
9. De igual forma deseche la varilla en el recipiente de residuos peligrosos (8).
10. Arrastre la varilla de agitación con punta blanca (10) hasta el pocillo Rh para mezclar la muestra.
11. Repita el paso 9
12. Arrastre el portaobjetos hasta el negatoscopio (11) y seleccione *Iluminar* (12) para analizarlo.
13. Se desplegará un cuadro con los resultados de las muestras, debajo de cada imagen (15) seleccione *Positivo* si se produjo aglutinación (muestra con grumos) o *Negativo* si no se produjo aglutinación (muestra lisa).



14. Registre los datos (14) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
15. Arrastre el portaobjetos al recipiente para eliminar los residuos peligrosos (8).
Prediga la respuesta de la siguiente pregunta: Si el tipo de sangre del paciente es AB⁻, ¿cuál sería la apariencia de las muestras A, B y Rh?

- A, agrupado; B, sin agrupar; Rh, agrupado.
- A, agrupado; B, agrupado; Rh, sin agrupar.
- A, sin agrupar; B, sin agrupar; C, agrupado.

16. Analice las muestras restantes.

Repita el paso 1. De acá en adelante los pasos se realizarán solos hasta colocar el portaobjetos en el negatoscopio.

Luego se desplegarán las respuestas. Repita los pasos 13 y 14.

Repita estos pasos hasta analizar las seis muestras.

17. Indique el grupo sanguíneo de cada muestra y si es Rh positivo o Rh negativo, seleccionándolo en la lista desplegable (16).

Repite este paso con las seis muestras.

Muestra de sangre	Aglutinación con suero anti-A	Aglutinación con suero anti-B	Aglutinación con suero anti-Rh	Tipo de sangre	Factor Rh
1	positivo	negativo	positivo	▼	▼
2	negativo	positivo	positivo	▼	▼
3	positivo	positivo	negativo	▼	▼

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Por qué se conoce a las personas con el tipo de sangre AB⁺ como receptores universales de transfusiones de sangre?

- No tienen antígenos A ni B en la superficie de sus glóbulos rojos y su suero sanguíneo.
- Contienen anticuerpos contra los antígenos A, B y Rh.
- Aunque su suero sanguíneo contiene anticuerpos contra Rh, no contiene anticuerpos contra A o antígenos B.
- Tienen antígenos A y B en la superficie de sus glóbulos rojos, y su suero sanguíneo no.
- Contienen anticuerpos contra los antígenos A, B o Rh.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. Para determinar el tipo de sangre de una persona, se mezclan gotas de la muestra de sangre
 - por separado con antisuero que contiene anticuerpos que reconocen antígenos de tipo A, antígenos de tipo B o antígenos Rh.
 - con suero del paciente para observar si tiene anticuerpos contra los aglutinógenos A, B o Rh.
 - con antisuero que contiene anticuerpos que reconocen los antígenos A y B.
 - con manteca de cerdo o mantequilla.
2. Aglutinación
 - Resulta en una reacción transfusional de sangre potencialmente mortal
 - Da como resultado la lisis de los glóbulos rojos.
 - Indica la presencia de un aglutinógeno.
 - Todas estas respuestas son correctas.
3. Antígenos
 - Causan anemia.
 - Están presentes en todas las células.
 - Son específicos de los glóbulos rojos.
 - Son lipoproteínas determinadas genéticamente.
4. Aglutinógenos ABO y Rh
 - Determinan la esperanza de vida de un individuo.
 - Están presentes en el 90% de la población.
 - Causan las reacciones transfusionales más vigorosas y potencialmente fatales.
 - Están presentes en el citosol de los glóbulos rojos.

Hoja de revisión

1. ¿Cómo fue la aparición de las muestras A, B y Rh del paciente con AB? ¿El tipo de sangre se compara con su predicción?

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: Si el tipo de sangre del paciente es AB, ¿cuál sería la apariencia de las muestras A, B y Rh?

El software despliega su respuesta anterior.







FISIOPATOLOGÍA



Fisiología del sistema endocrino: glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 4 la actividad 2

Ejercicio 4: Fisiología del sistema endocrino	
Actividad 1: Metabolismo y hormona tiroidea	
Actividad 2: glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus	
Actividad 3: Terapia de reemplazo hormonal	
Actividad 4: Medición de cortisol y hormona adrenocorticotrópica	

Objetivos

- Comprender los términos insulina, diabetes mellitus tipo 1, diabetes mellitus tipo 2, curva de glucosa estándar.
- Entender cómo se utilizan los niveles de glucosa en plasma en ayunas, para diagnosticar la diabetes mellitus.
- Conocer el tipo de ensayos que se utilizan para medir los niveles de glucosa en plasma.

Introducción

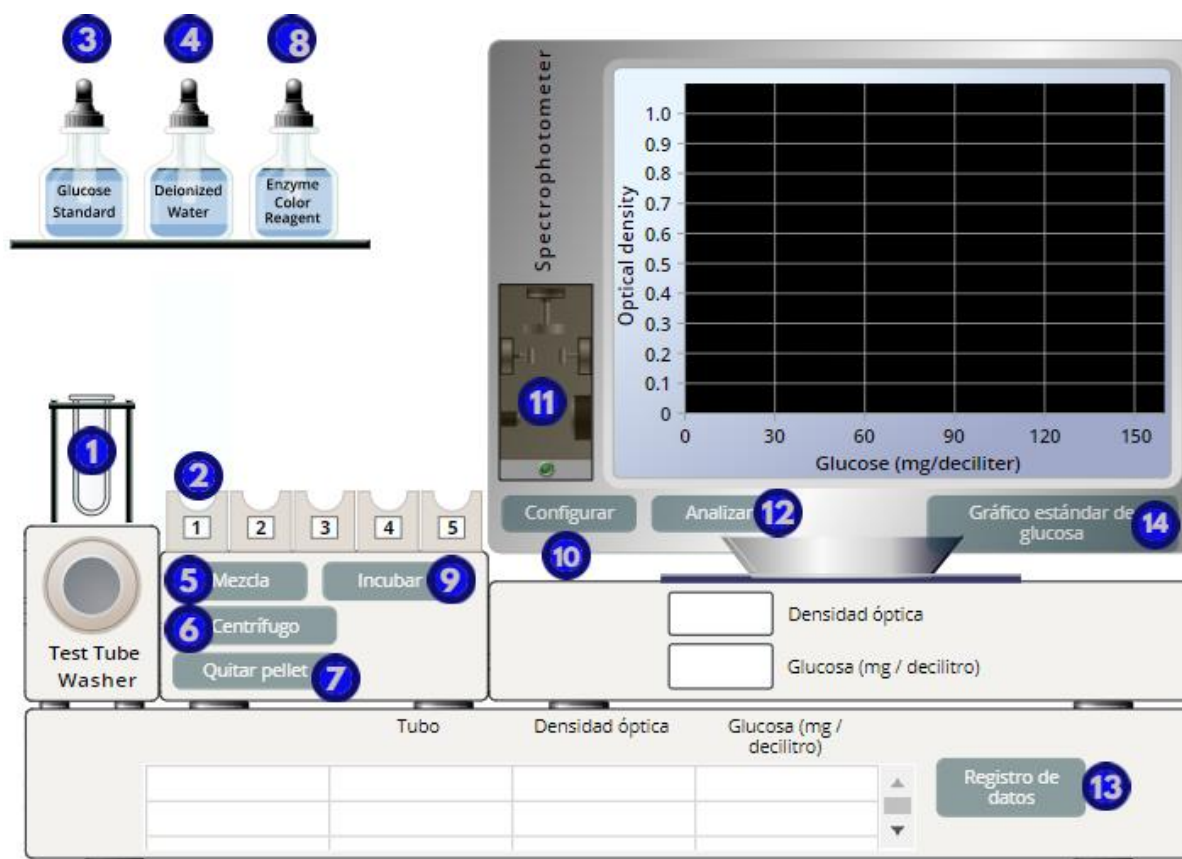
La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica no transmisible, que ha sido considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un grave problema de salud a nivel mundial. Esta patología se caracteriza por una hiperglucemia (niveles altos de glucosa) crónica, que provoca una alteración del metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas debido a una falla de secreción o acción de la insulina (Pérez & Berenguer, 2015). En este experimento se analizan los niveles de glucosa en plasma en cinco pacientes para determinar si padecen la enfermedad. Además de generar una curva de niveles de glucosa, ambos ejercicios ayudan a aclarar los conceptos relacionados con la enfermedad.

Cuestionario previo

1. ¿Cuál de las siguientes declaraciones es falsa?
 - La insulina es una hormona secretada de las células beta de la parte endocrina del páncreas.
 - La insulina promueve el almacenamiento de glucosa en forma de glucosa.
 - La insulina disminuye los niveles de glucosa de plasma.
 - La insulina es una hormona secretada en el estómago para ayudar con la digestión del almidón.

2. ¿Cuál de los siguientes enunciados es verdadero?
 - Los niveles de glucosa de plasma están controlados por las acciones opuestas de la insulina y el glucagón.
 - La glucosa plástica se puede convertir en tiendas de glucosa en las células del hígado y músculo.
 - La glucosa es el principal combustible para el metabolismo de las células nerviosas.
 - Todas estas declaraciones son ciertas.
3. Un diagnóstico de diabetes mellitus tipo 1 implica que
 - solo las células nerviosas de tipo 1 están respondiendo a la insulina.
 - el páncreas no está produciendo suficiente insulina.
 - todas las células del cuerpo son poco positivas a la insulina.
 - la orina de una persona es anormalmente deficiente en glucosa.
4. Un diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 implica que
 - solo las células del tipo 2 del cuerpo están respondiendo a la insulina.
 - el páncreas no está produciendo suficiente insulina.
 - las células del cuerpo no son positivas para la circulación de la insulina.
 - la orina de una persona es anormalmente deficiente en glucosa.
5. El glucagón es una hormona
 - producida por las células beta del páncreas.
 - que se opone a la acción de la insulina.
 - que promueve la formación de glucógeno.
 - secretada en el estómago para ayudar con la digestión del almidón.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

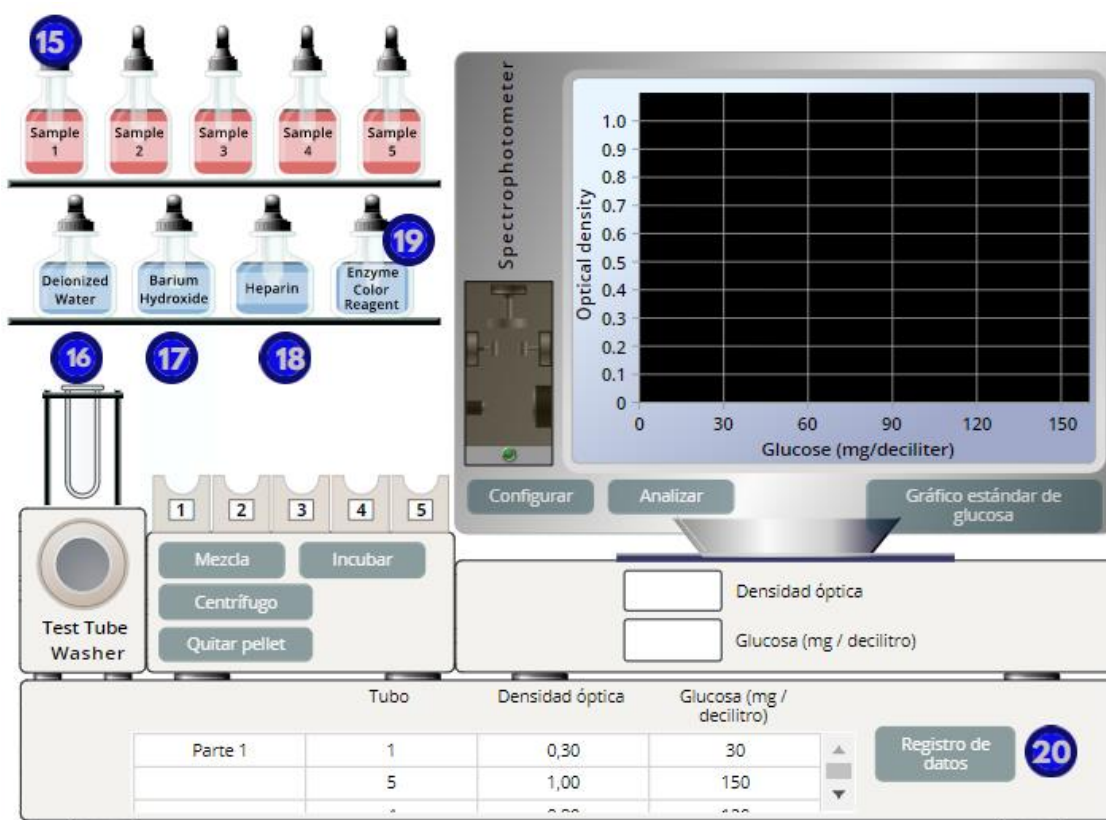
Parte 1: Obtención de una curva de glucosa estándar

En esta parte de la actividad se generará una curva de glucosa a partir de las lecturas de densidad óptica de las soluciones de glucosa, que se expresan en miligramos/decilitro (mg/dl), y servirán de referencia en el experimento de la parte 2.

Para generar una curva de glucosa estándar, preparará cinco tubos de ensayo con cantidades conocidas de glucosa (30 mg/dl, 60 mg/dl, 90 mg/dl, 120 mg/dl y 150 mg/dl). Con el uso de un espectrofotómetro se leerá la densidad óptica de cada una de estas concentraciones de glucosa.

1. Arrastre un tubo de ensayo (1) hasta el punto (2). Los otros cuatro tubos de ensayo se colocarán automáticamente en la unidad de incubación.
2. Arrastre el tapón cuentagotas del frasco solución de glucosa estándar (3), hasta el primer tubo de la unidad de incubación (2). El tapón cuentagotas añadirá automáticamente la solución de glucosa estándar a los restantes tubos. Cada tubo recibirá una gota más que el anterior.

3. Arrastre el tapón cuentagotas del frasco del agua desionizada (4), hasta el primer tubo de la unidad de incubación (2) y vierta cuatro gotas. El tapón cuentagotas agregará automáticamente agua desionizada a los demás tubos de la unidad de incubación. Observe que cada tubo recibe una gota menos que el anterior.
4. Presione *Mezcla* (5) para mezclar el contenido de los tubos.
5. Digite el botón *Centrífuga* (6) para centrifugar el contenido de los tubos. Cuando haya finalizado el proceso de centrifugación, los tubos subirán automáticamente.
6. Pulse el botón *Quitar pellet* para eliminar el precipitado que se ha formado durante el proceso de centrifugación.
7. Arrastre el tapón *Cuentagotas del frasco* (8) del reactivo enzimático de color, hasta el primer tubo de la unidad de incubación (2) y dispense cinco gotas a cada uno de los cinco tubos.
8. Digite la opción (9) para incubar el contenido de los tubos. La plataforma que soporta los tubos en la unidad de incubación agitará suavemente los tubos de manera uniforme, y mezclará así su contenido a lo largo de la incubación.
Deténgase y piense: ¿Por qué varía el color de los tubos?
 - Los tubos contienen diferentes volúmenes.
 - Los tubos están numerados de forma diferente.
 - Los tubos contienen diferentes cantidades de glucosa.
 - No todos los reactivos se agregaron exactamente al mismo tiempo y la cantidad de tiempo que los reactivos están en los tubos afecta el color.
9. Presione *Configurar* (10) en el espectrofotómetro para calentarlo y déjelo listo para las lecturas de las muestras.
10. Arrastre el tubo 1 hasta el espectrofotómetro.
11. Pulse *Analizar* (12) para analizar la muestra. Aparecerá un punto en la pantalla del osciloscopio que representa los valores de densidad óptica y concentración de glucosa de la muestra. Estos valores también aparecen en los indicadores de densidad óptica y de glucosa.
12. Seleccione *Registrar datos* (13) para mostrar los resultados en la cuadrícula. El tubo se colocará automáticamente en el lavador de tubos de ensayo.
13. Analice las muestras en los tubos restantes.
Arrastre el siguiente tubo hasta el espectrofotómetro y siga los pasos 11 y 12.
14. Seleccione gráfica de glucosa estándar (14) para que aparezca la curva de glucosa estándar en la pantalla.
Prediga: Para medir la cantidad de glucosa plasmática en una muestra de paciente
 - se medirá la concentración de glucosa de la muestra y se extrapolará la densidad óptica de la curva estándar de glucosa.
 - Se medirá la densidad óptica de la muestra y se extrapolará la concentración de glucosa de la curva estándar de glucosa.
 - se debe tomar una muestra de sangre de una arteria del brazo.



Parte 2: Medición de los niveles de glucosa plasmática en ayunas.

Utilizará la curva de glucosa obtenida en la Parte 1 y medirá los niveles plasmáticos de glucosa en ayunas de cinco pacientes para diagnosticar la presencia o ausencia de diabetes mellitus. Tenga cuenta que ahora se han añadido dos frascos de reactivos (hidróxido de bario y de heparina), y muestras de sangre de cinco pacientes, para someterse a la prueba de glucosa plasmática en ayunas (FPG), de mínimo de 8 horas antes de la extracción de sangre.

Un paciente con valores de glucosa plasmática en ayunas mayor o igual a 126 mg/dl en dos pruebas consecutivas de glucosa plasmática en ayunas, es diagnosticado como diabético. Los valores de glucosa plasmática en ayunas entre 110 y 126 mg/dl indican prediabetes, las células muestran dificultad para captar glucosa por acción de la insulina. Valores de FPG inferiores a 110 mg/dl se consideran normales.

1. Repita el paso 1 de la primera parte.
2. Arrastre el tapón cuentagotas del frasco de la muestra de sangre (15) hasta el primer tubo de la unidad de incubación, añada tres gotas. Las gotas de las otras muestras se colocan automáticamente.
3. Arrastre el tapón cuentagotas del frasco de agua desionizada (16) hasta el primer tubo de la unidad de incubación y añada cinco gotas en cada uno de los tubos.
4. El hidróxido de bario disuelve y elimina proteínas y membranas celulares (permite una clara lectura de los niveles de glucosa). Arrastre el tapón cuentagotas del frasco hidróxido de bario hasta el primer tubo de la unidad de incubación y añada cinco gotas en cada uno de los tubos.

5. Arrastre el tapón cuentagotas del frasco de heparina (18) hasta el primer tubo de la unidad de incubación y añada una gota en cada uno de los tubos. La heparina impide la coagulación de la sangre que podría interferir en la lectura de los niveles de glucosa.
6. Oprima *Mezclar* (5) para mezclar el contenido de los tubos.
7. Seleccione *Centrifugar* (6) para centrifugar el contenido de los tubos. Cuando haya finalizado el proceso de centrifugación, los tubos subirán automáticamente.
8. Elimine el pellet (7) o precipitado formado durante el proceso de centrifugación.
9. Arrastre el tapón cuentagotas del frasco del reactivo enzimático de color (19) hasta el primer tubo de la unidad de incubación y añada cinco gotas a cada uno de los tubos.
10. Seleccione *Incubar* (9) para incubar el contenido de los tubos. La plataforma que soporta los tubos en la unidad de incubación agitará suavemente los tubos de manera uniforme, mezclando así su contenido a lo largo de la incubación.
11. Pulse *Ajustar* (10) en el espectrofotómetro para calentarlo y dejarlo listo para las lecturas de las muestras.
12. Seleccione *Gráfica de glucosa estándar* (14) para que en pantalla aparezca la curva de glucosa estándar de la Parte 1.
13. Repita paso 10 y 11 de la primera parte.
14. Arrastre la regla móvil (línea roja vertical al lado derecho del monitor) hasta el lugar donde se cruzan la línea amarilla horizontal y la curva de glucosa estándar. Observe lo que ocurre en el indicador de glucosa a medida que mueves la regla. La glucosa plasmática en ayunas del paciente será la concentración de glucosa que corresponda a la intersección de las líneas. Seleccione *Registrar datos* (13) para mostrar los resultados en la pantalla; al tubo colocarse automáticamente en el lavador el monitor se borrará (exceptuando la curva estándar de glucosa).
15. Analice las muestras en los tubos restantes.
Arrastre el siguiente tubo hasta el espectrofotómetro. Seleccione *Analizar* (12). Pulse *Registrar datos* (13) para mostrar los resultados en la pantalla. Repita este paso hasta que analice los cinco tubos.
Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. Un paciente masculino ha tenido glucosa plasmática en ayunas sucesiva con lecturas de 115, 110, y 122 mg/dl. Su proveedor de cuidado de salud le tendrá que informar que
 - ha desarrollado diabetes y necesita adoptar cambios de estilo de vida.
 - es bastante normal y puede dejar de pedir este análisis de sangre.
 - parece tener una deficiencia o un límite de deficiencia de la glucosa mediada por insulina por sus células.





- necesita más pruebas de glucosa de plasma de ayuno porque el alcance de estos 3 valores es demasiado grande para llegar a una conclusión.
2. Para obtener una medida precisa espectrofotométrica de la concentración de glucosa en la muestra
 - se añade agua para disolver la glucosa.
 - se añade hidróxido de bario para prevenir los coágulos de sangre.
 - se añade un reactivo de color enzimático que digiere y, por lo tanto, elimina los coágulos de sangre.
 - se añade heparina para prevenir los coágulos de sangre.
 3. En el ensayo espectrofotométrico usado en este experimento, _____ como la concentración de glucosa en la muestra aumenta.
 - la cantidad de color en el tubo de prueba disminuye.
 - el aumento de la densidad de óptica.
 - la densidad óptica sigue siendo constante.
 - la densidad óptica disminuye.
 4. Una paciente femenina ha tenido glucosa plasmática en ayunas sucesiva con lecturas de 130,140, y 128 mg/dl. Su proveedor de cuidado de salud le tendrá que informar que
 - ha desarrollado diabetes.
 - parece tener una deficiencia o un límite de deficiencia de la glucosa mediada por insulina por sus células.
 - ha desarrollado específicamente diabetes tipo 1.
 - está haciendo muy poco glucagón y tendrá que considerar los suplementos.
 5. Para mantener la homeostasis del plasma en la glucosa
 - el páncreas liberará insulina y glucagón juntos para compensar un aumento de la glucosa en el plasma.
 - el transporte de la glucosa en las células, mediado por glucosa en las células, actúa como una retroalimentación negativa cuando aumentan los niveles de glucosa de plasma.
 - las células se volverán a hacer poco positivas a la insulina si los niveles de glucosa de plasma son crónicamente bajos.
 - el transporte de glucosa mediada por insulina en las células actúa como una realimentación negativa cuando aumentan los niveles de glucosa de plasma.
 6. Un técnico de laboratorio retira una muestra de sangre de una vena en la parte superior del brazo sabiendo que
 - se espera que la concentración de glucosa de plasma sea mayor en la vena del brazo que en el dedo índice.
 - su concentración de glucosa de plasma será la misma tanto en la vena del brazo como en el dedo índice.
 - se espera que la concentración de glucosa del plasma sea menor en el dedo índice que en la vena del brazo.

Hoja de revisión

1. ¿Qué es una curva estándar de glucosa y por qué necesitaba obtener una para este experimento? ¿Predijo correctamente cómo mediría la cantidad de glucosa plasmática en una muestra de paciente usando la curva estándar de glucosa?
Recuerde que durante el experimento se le preguntó: Para medir la cantidad de glucosa plasmática en una muestra de paciente:
2. ¿Qué paciente (s) tuvo lecturas de glucosa en el rango de diabetes? ¿Puede decir con certeza si cada uno de estos pacientes tiene diabetes tipo 1 o tipo 2? ¿Por qué o por qué no?
3. Describa el diagnóstico de la paciente 3, que también estaba embarazada en el momento de este ensayo.
4. ¿Qué paciente (s) tuvo/tuvieron lecturas de glucosa normales?
5. ¿Cuáles son algunas de las opciones de estilo de vida que estos pacientes con lecturas normales de glucosa plasmática podrían recomendar a los pacientes con alteraciones límite?

Fisiología del sistema endocrino: Medición de cortisol y hormona adrenocorticotrópica

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 4 la actividad 4

Ejercicio 4: Fisiología del sistema endocrino	
Actividad 1: Metabolismo y hormona tiroidea	
Actividad 2: glucosa plasmática, insulina y diabetes mellitus	
Actividad 3: Terapia de reemplazo hormonal	
Actividad 4: Medición de cortisol y hormona adrenocorticotrópica	

Objetivos

- Comprender los términos: cortisol, hormona adrenocorticotrópica (ACTH), hormona liberadora de corticotropina (CRH), síndrome de Cushing, iatrogénico, enfermedad de Cushing y enfermedad de Addison.
- Entender cómo la CRH controla la secreción de ACTH y cómo la ACTH controla la secreción de cortisol.
- Comprender cómo afectan los mecanismos de retracción negativa a los niveles de las hormonas tróficas CRH y ACTH.
- Medir los niveles sanguíneos de cortisol y ACTH en cinco pacientes y correlacionar síntomas y diagnósticos.
- Distinguir entre el síndrome de Cushing y la enfermedad de Cushing.

Introducción

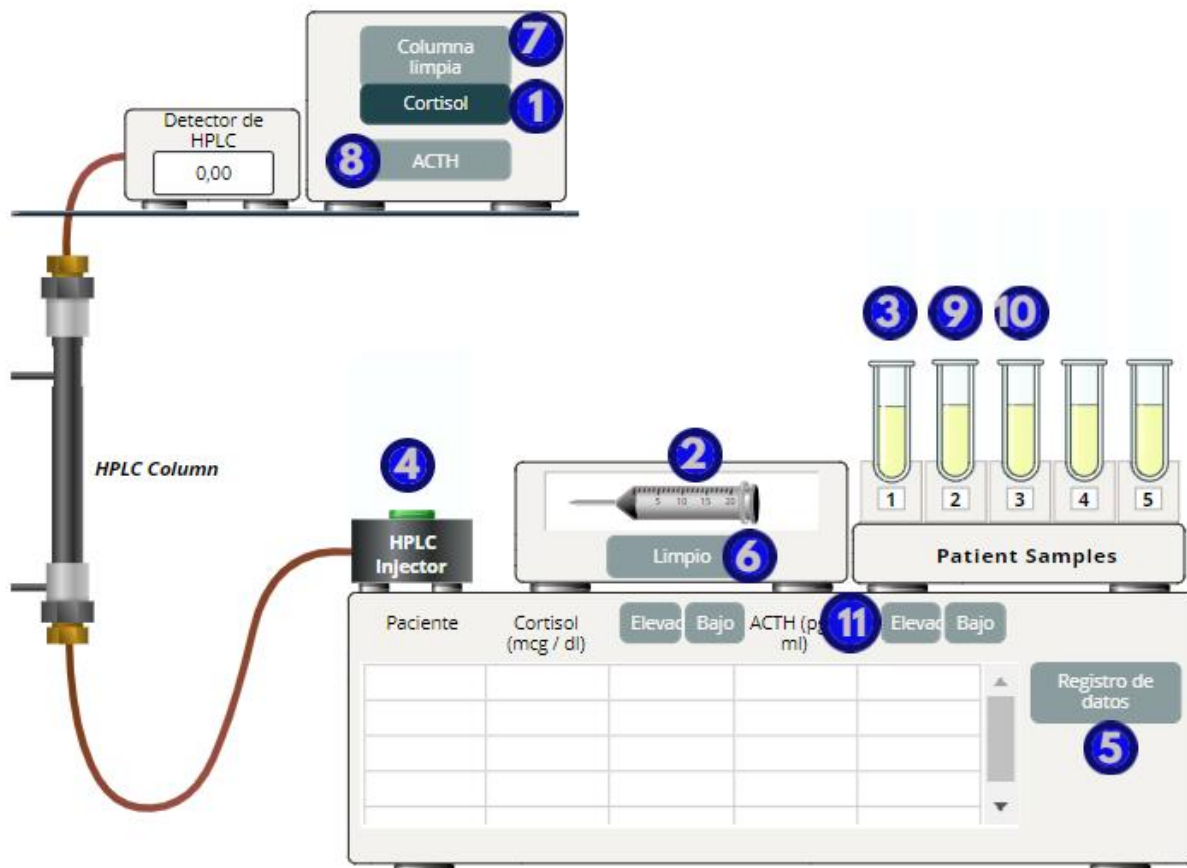
El cortisol es un glucocorticoide sintetizado en la corteza suprarrenal. Su secreción es regulada por la hormona hipotalámica (CRH) y la hormona pituitaria (ACTH), en el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal. Esta hormona se relaciona ampliamente con los niveles de estrés físico y / o emocional y a su vez participa en diversas acciones de mantenimiento del organismo como la presión arterial, el sistema inmunológico, el metabolismo de proteínas, entre otros. La sobreproducción de cortisol está relacionada con el síndrome de Cushing (Katsu & Baker, 2021). En este experimento se analizan 5 muestras de plasma de diferentes pacientes para determinar el nivel de cortisol.

Cuestionario previo

1. Cortisol
 - La liberación se ve estimulada por la hormona hipotérmica ACTH.
 - Es una hormona secretada por la medula adrenal.
 - La liberación se ve estimulada por la hormona hipotérmica CRH.
 - Es una hormona importante en la respuesta del cuerpo al estrés.

2. ACTH
 - Es una hormona secretada por la glándula de pituitaria posterior.
 - La liberación se ve estimulada por el aumento de los niveles de cortisol.
 - Es una hormona que estimula la secreción de la hormona hipotérmica CRH.
 - Es una hormona trópica que estimula la liberación de cortisol.
3. CRH
 - La liberación se ve estimulada por el aumento de los niveles de cortisol.
 - Tiene un efecto trópico en la glándula de pituitario anterior.
 - Reducirá la liberación de cortisol mediante retroalimentación negativa.
 - Es una hormona trópica liberada de la glándula de pituitario anterior.
4. El síndrome de Cushing se refiere a
 - un hipercortisolismo causado por un tumor pituitario con aumentos asociados en los niveles de ACTH.
 - un nivel anormalmente bajo de cortisol en la sangre.
 - un hipercortisolismo que podría ser iatrogénico.
 - un hiperclanismo causado por una insuficiencia adrenal.
5. Una condición de hipercortisolismo
 - puede ser el resultado de que se libera de la glándula pituitaria.
 - Puede ser el resultado de que se libera del hipotálamo.
 - solo puede ser el resultado de una cantidad insuficiente de hormona adrenocorticotropa.
 - se refiere a los bajos niveles de cortisol en la sangre.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Pulse *Cortisol* (1) para preparar la columna para la separación y medición de cortisol.
2. Arrastre la jeringa (2) hasta el primer tubo (3) para llenarla con plasma aislado del primer paciente.
3. Arrastra la jeringa (2) hasta el inyector de HPLC (4). La muestra se introduce en el tubo y fluye a través de la columna. En el indicador del detector de HPLC aparece la concentración de cortisol de la muestra.
4. Oprima *Registrar datos* (5) para mostrar sus resultados en la pantalla.
5. Seleccione *Limpiar* (6) para preparar la jeringa para la siguiente muestra. Además, pulse *Limpiar columna* (7) para eliminar los restos de cortisol de la columna.
6. Arrastra la jeringa (2) hasta el segundo tubo (9) para llenarla con el plasma aislado del segundo paciente.
7. Arrastra la jeringa (2) hasta el inyector de HPLC (4).
8. Repita el paso 4.
9. Repita el paso 5

Deténgase y piense: Niveles normalmente altos de cortisol inhibirían la liberación de

- ACTH.
 - CRH.
 - tanto ACTH como CRH.
 - ni ACTH ni CRH.
10. El procedimiento para el resto de muestras se completará automáticamente. Arrastre la jeringa hasta el tercer tubo (10) para llenarla con el plasma del tercer paciente. Cuando se registre la concentración en la tabla, arrastre la jeringa hasta el cuarto tubo y realice lo mismo con el quinto tubo.
11. Seleccione ACTH para preparar la columna para la separación y medida de ACTH.
12. Repita el paso los pasos 2, 3, 4 y 5.
13. Repita los mismos pasos del punto anterior, únicamente que esta vez arrastrando la jeringa a el tubo.
- Deténgase y piense: ¿Qué hormona (s) estimula (n) la glándula pituitaria para que libere ACTH?
- CRH.
 - Cortisol.
 - CRH y cortisol.
 - Ni CRH ni cortisol.
14. Repita el paso 10.
15. Indique si los niveles de cortisol y ACTH de cada paciente son altos o bajos. Observando la tabla que despliega el software, seleccione la fila correspondiente a cada paciente y luego en alto (High) o bajo (Low) para registrarlo en la celda correspondiente de Cortisol y ACTH, hasta completar la tabla.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. Bajo condiciones normales, si la cantidad secretada de CRH aumenta, entonces
 - es probable que se diagnostica la enfermedad de Addison.
 - la cantidad de cortisol secretado disminuirá.
 - la cantidad de ACTH secretado aumentara.
 - es probable que desarrolle hipocortisolismo.
2. Bajo condiciones normales, si la cantidad secretada de ACTH aumenta, entonces
 - la cantidad de cortisol secretado disminuirá.
 - es probable que desarrolle el hipocortisolismo.
 - es probable que se diagnostique la enfermedad de Addison.
 - es probable que la cantidad de CRH secretada disminuirá.

3. Bajo condiciones normales, si la cantidad secretado de cortisol aumenta, entonces
 - es probable que desarrolle el hipocortisolismo.
 - es probable que la cantidad de ACTH secretado disminuirá.
 - es probable que se diagnostique la enfermedad de Addison.
 - la cantidad de CRH secretada aumentará.
4. Si se desarrolla un tumor hipofisario hipersecretor, un resultado esperado es
 - un diagnóstico de la enfermedad de Cushing.
 - niveles de ACTH anormalmente bajos debido a la retroalimentación negativa.
 - hipoglicemia en la sangre.
 - un diagnóstico de la enfermedad de Addison.
5. Si se desarrolla una corteza suprarrenal hipersecretora, un resultado esperado es
 - un diagnóstico de la enfermedad de Cushing.
 - niveles de CRH anormalmente bajos debido a la realimentación negativa.
 - niveles anormalmente altos de ACTH debido a la ubicación del tumor.
 - hipoglicemia en la sangre.
6. La historia clínica de un paciente enumera el diagnóstico de la enfermedad de Addison.
Por lo tanto, usted espera
 - hipercortisol en la sangre.
 - niveles anormalmente altos de ACTH.
 - niveles de CRH anormalmente bajos.
 - hiperglicemia en la sangre.

Hoja de revisión

¿A qué paciente se le diagnosticaría con mayor probabilidad la enfermedad de Cushing? (Consulte los resultados del experimento)? ¿Por qué?

¿Cuáles dos pacientes tienen niveles hormonales característicos del síndrome de Cushing? (Consulte los resultados del experimento).








El paciente 2 está siendo tratado por artritis reumatoide con prednisona. ¿Cómo cambia esta información el diagnóstico? (Consulte los resultados del experimento).

¿A cuál paciente se le diagnosticaría con mayor probabilidad la enfermedad?



Dinámica cardiovascular: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 5 la actividad 7

Ejercicio 5: Dinámica cardiovascular	
Actividad 1: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 2: Estudio del efecto de la viscosidad sanguínea en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 3: Estudio del efecto de la longitud de los vasos sanguíneos en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 4: Estudio del efecto de la presión arterial en la tasa de flujo sanguíneo	
Actividad 5: Estudio del efecto del radio de los vasos sanguíneos en la actividad de la bomba	
Actividad 6: Estudio del efecto del volumen sistólico en la actividad de la bomba	
Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas	

Objetivos

Entender cómo afecta la estenosis aórtica al flujo de sangre a través del corazón.

Explicar las formas en que el sistema cardiovascular podría compensar los cambios en la resistencia periférica.

Entender cómo el corazón compensa los cambios en la poscarga.

Explicar cómo influyen las válvulas sobre el flujo de sangre a través del corazón.

Introducción

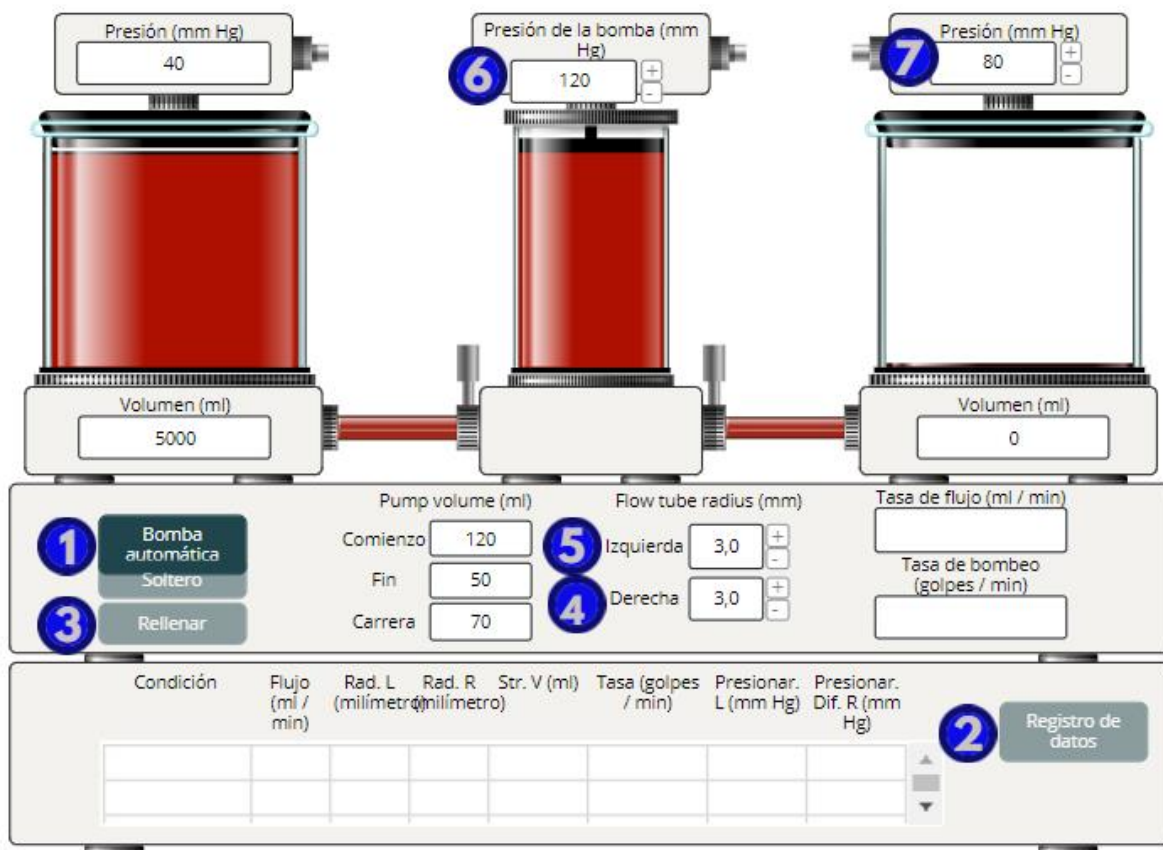
La estenosis valvular aórtica (EA) es una patología (valvulopatía) caracterizada por una alteración estructural y en el comportamiento mecánico de las válvulas del corazón, que provoca la obstrucción del flujo sanguíneo durante la eyección y establece una sobrecarga de presión en el ventrículo izquierdo. La realización de esta actividad está basada en comprender de qué manera esta enfermedad afecta el flujo sanguíneo y de qué manera el organismo puede compensar este estado (De Quirós, 2020).

Cuestionario previo

- ¿Cuál de los siguientes podría causar un aumento de la resistencia periférica en el vaso sanguíneo?
 - Vasodilatación.
 - Aterosclerosis.
 - Una disminución en la tasa de flujo.
 - Una disminución en el volumen sistólico.

2. ¿Qué estructuras del corazón garantizan que se produzca un flujo unidireccional?
 - Ventriculos
 - Atrios
 - Venas
 - Válvulas
3. ¿Cuál de los siguientes podría verse tanto en el corazón enfermo como en el corazón del atleta?
 - Arterias menos elásticas
 - Válvulas obstruidas
 - Miocardio más grueso
 - Miocardio estirado
4. El tipo de resistencia aumentada en la estenosis de la válvula aórtica es:
 - aumento de la precarga del ventrículo derecho.
 - aumento de la precarga del ventrículo izquierdo.
 - aumento de la poscarga del ventrículo derecho.
 - aumento de la poscarga del ventrículo izquierdo.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Para estudiar los efectos de la compensación, las restantes variables se mantendrán en las siguientes condiciones:
 Presión del recipiente izquierdo: 40 mm Hg
 Número máximo de latidos: 10
 Volumen inicial de la bomba (EDV): 120 ml
 Volumen final de la bomba (ESV): 50 ml
 Observe que la presión de la bomba está seleccionada en 120 mm Hg, la presión en el recipiente de la derecha en 80 mm Hg y el radio de los tubos izquierdo y derecho en 3,0 mm. Pulse en *Bombeo automático* (1) para iniciar 10 latidos, observe el movimiento de la bomba. El flujo se muestra en el indicador de flujo y la frecuencia de bombeo en el indicador de frecuencia una vez que el recipiente de la izquierda se ha vaciado.
2. Guarde sus datos (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula. Este será su dato basal, o "normal", para el flujo.
3. Seleccione *Rellenar* (3) para llenar el recipiente de la izquierda.
4. Disminuye el radio del tubo de la derecha a 2,5 mm, pulsando el botón- (4) situado al lado del indicador del radio del tubo derecho. Pulse *Bombeo automático* (1) para iniciar 10 latidos.
5. Repita el paso 2.
6. Repita el paso 3.
 Deténgase y piense: El estrechamiento del radio del tubo de flujo correcto simula
 - estenosis de la válvula bicúspide.
 - prolapso de la válvula bicúspide.
 - estenosis de la válvula aórtica.
 - estenosis de la válvula pulmonar.
 Prediga: Ahora probará tres mecanismos para compensar la disminución en la tasa de flujo causada por la disminución del radio del tubo de flujo. ¿Qué mecanismo cree que tendrá el mayor efecto compensatorio?
 - Aumentando el radio del tubo de flujo izquierdo.
 - Aumentando la presión de la bomba.
 - Disminuyendo la presión en el vaso de precipitados derecho (destino).
7. Aumente el radio del tubo de la izquierda a 3,5 mm, pulsando el botón (5) situado junto al indicador del radio del tubo izquierdo. Pulse *Bombeo automático* (1) para iniciar 10 latidos. Repetir paso 2 y 3; realice el mismo proceso hasta que consiga un radio del tubo izquierdo de 4,5 mm
8. Disminuya el radio del tubo de la izquierda a 3,0 mm (5) y aumente la presión de la bomba a 130 mm Hg, pulsando el botón + (6). Seleccione *Bombeo automático* (1).
9. Repita el paso 2.
10. Repita el paso 3.
 Deténgase y piense: ¿A qué corresponde el aumento de la presión de la bomba en el corazón humano?
 - Aumento de la precarga.
 - Aumento de la poscarga.
 - Aumento de la viscosidad.
 - Aumento de la fuerza de contracción.
11. Aumente la presión de la bomba a 140 mm Hg (6) y siga los mismos pasos 8, 9, 10.

12. Aumente la presión de la bomba a 150 mm Hg (6) y siga los mismos pasos 8, 9, 10.
13. Disminuya la presión de la bomba a 120 mm Hg, pulsando el botón (6) y disminuya la presión del recipiente de la derecha a 70 mm Hg (7). Seleccione *Bombeo automático* (1) para iniciar 10 latidos.
14. Repita el paso 2.
15. Repita el paso 3.
Deténgase y piense: ¿A qué corresponde disminuir el vaso de precipitados correcto (destino) en el corazón humano?
 - Aumento de la precarga.
 - Disminución de la poscarga.
 - Aumento de la viscosidad.
 - Aumento de la poscarga.
16. Disminuya la presión del recipiente de la derecha a 60 mm Hg (7) y siga las indicaciones de los pasos 13, 14 y 15.
17. Disminuya la presión del recipiente de la derecha (destino) a 50 mm Hg (7) y siga las indicaciones de los pasos 13, 14 y 15.
¿Qué cree que pasará si la presión de la bomba y la presión del vaso de precipitados son iguales?
 - La tasa de flujo disminuirá.
 - La tasa de flujo aumentará.
 - El flujo se detendrá.
18. Aumente la presión del recipiente de la derecha (destino) a 120 mm Hg (7), repita el paso 13.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. ¿Cuál de los siguientes mecanismos compensatorios no se probó?
 - Aumentar el radio del tubo de flujo izquierdo.
 - Aumentar la presión de la bomba.
 - Disminuir la presión en el vaso de precipitados izquierdo (fuente).
 - Disminuir la presión en el vaso de precipitados derecho (destino).
2. Los atletas experimentan _____ general en la resistencia periférica, por lo que el corazón genera _____ presión para administrar la misma cantidad de sangre. La presión arterial de un atleta probablemente sería _____ que la de un no atleta.
 - aumento, menos, más baja.
 - aumento, más, más alta.
 - disminución, más, más alta.
 - disminución, disminución, menor.

3. En un corazón real, ¿cuál es la forma más lógica de compensar una disminución en el radio del tubo de flujo?
 - Ajustar el radio de la embarcación.
 - Ajustar la fuerza de contracción del corazón.
 - Ajustar la viscosidad.
 - Ajustar la longitud del recipiente.
4. Sin diferencia de presión entre la bomba y el vaso de precipitados de destino
 - la válvula no se abre.
 - la resistencia es demasiado grande.
 - la presión es demasiado grande.
 - la presión es demasiado baja.




Hoja de revisión

1. Explique cómo el corazón podría compensar los cambios en la resistencia periférica.

Por último, avance hasta la última página del documento, ahí puede encontrar 3 casos clínicos para realizar relacionados con el ejercicio.

Mecánica del sistema respiratorio: Efecto del surfactante y la presión intrapleural sobre la respiración

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 7 la actividad 3

Ejercicio 7: Mecánica del sistema respiratorio	
Actividad 1: Medición de volúmenes respiratorios y cálculo de capacidades	
Actividad 2: Espirometría comparativa	
Actividad 3: Efecto del surfactante y la presión intrapleural sobre la respiración	

Objetivos

- Comprender los términos: agente tensioactivo, tensión superficial, espacio intrapleural, presión intrapleural, neumotórax y atelectasia.
- Comprender el efecto del agente tensioactivo sobre la tensión superficial y la función pulmonar.
- Entender cómo la presión intrapleural negativa evita el colapso pulmonar.

Introducción

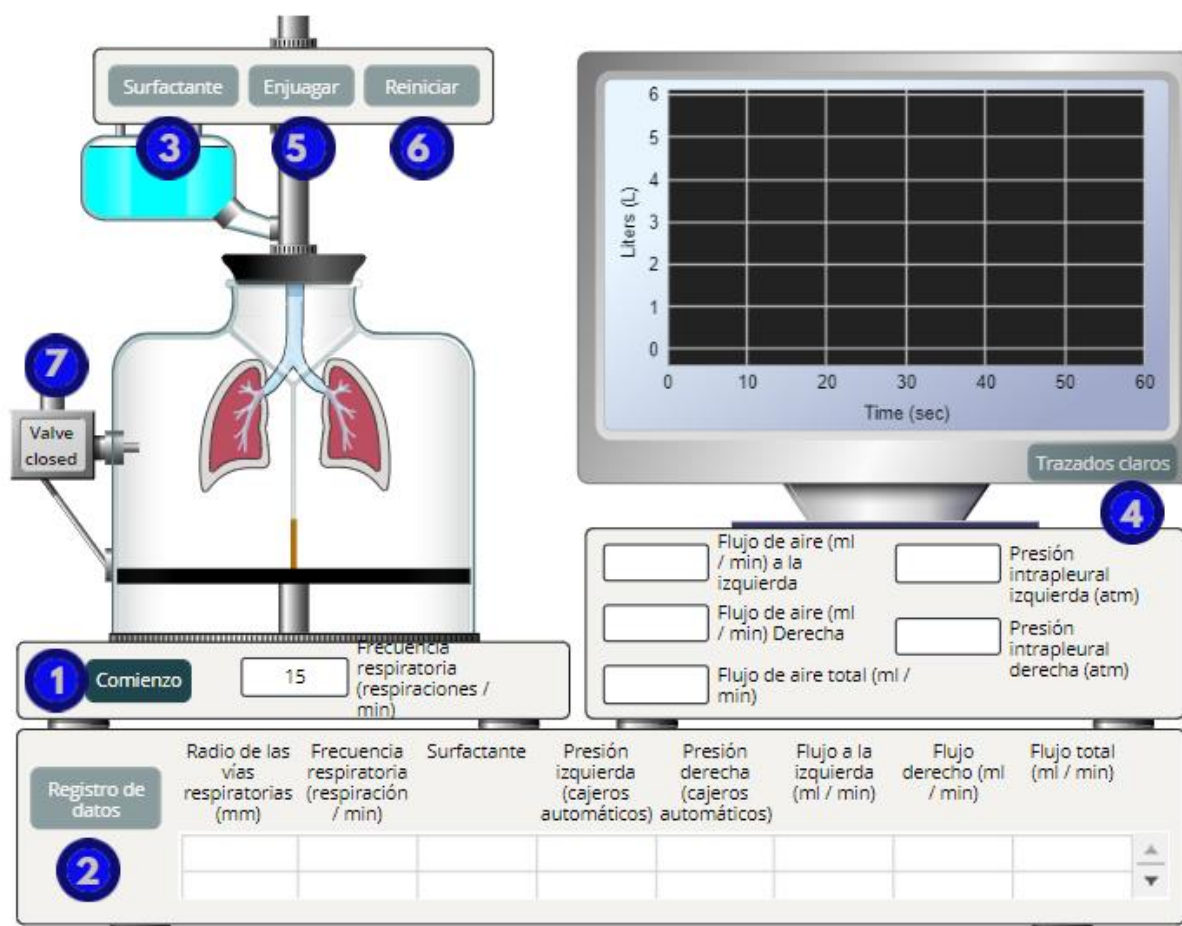
En esta actividad se simulan los pulmones humanos, estos están suspendidos en una campana de vidrio; el espacio entre la pared de la campana de vidrio y los pulmones representa el espacio intrapleural. Por medio de esto se puede analizar el efecto del surfactante que se encuentra en los pulmones humanos y que disminuye la tensión superficial en los alvéolos.

Cuestionario previo

1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la tensión superficial es falsa?
 - Las moléculas de un líquido se atraen entre sí con más fuerza que las moléculas de gas.
 - La tensión superficial resiste cualquier fuerza que tienda a aumentar el área de la superficie del límite gas-líquido.
 - La tensión superficial actúa para aumentar el tamaño de los alvéolos dentro de los pulmones.
 - La tensión superficial se produce en cualquier límite gas-líquido.

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el surfactante es falsa?
 - El surfactante es una mezcla de lípidos y péptidos similar a un detergente que disminuye la tensión superficial.
 - El surfactante es parte de la película acuosa que cubre las superficies alveolares.
 - El surfactante reduce la cantidad de trabajo requerido para inflar el pulmón.
 - El surfactante actúa aumentando la atracción de las moléculas de agua entre sí.
3. Justo antes de que comience una inspiración, la presión dentro de la cavidad intrapleurales
 - se conoce como presión interpleural.
 - es menor que la presión dentro de los alvéolos.
 - está influenciado por la tendencia a colapsar de la pared torácica.
 - es responsable de provocar el colapso pulmonar.
4. La condición respiratoria de neumotórax se refiere a:
 - la presión en el espacio intrapleurales se vuelve más baja que la presión atmosférica.
 - la eliminación de aire de la cavidad intrapleurales.
 - cualquier abertura que iguale la presión intrapleurales con la presión atmosférica.
 - una infección bacteriana.
5. Un neumotórax puede provocar
 - expansión pulmonar excesiva.
 - atelectasia.
 - presiones intrapleurales que son más negativas de lo normal.
 - severas amonestaciones del tórax.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudarán a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Seleccione *Iniciar* (1) para comenzar el patrón de respiración normal y observe en el osciloscopio el trazado resultante.
2. Oprima *Registrar datos* (2) para mostrar sus resultados en la cuadrícula. Estos datos representan la respiración en ausencia de agente tensioactivo.
3. Pulse dos veces en *Agente tensioactivo* (3) para suministrar dos alícuotas de lípidos y péptidos sintéticos al revestimiento interior de los pulmones.
4. Seleccione *Comenzar* (1) para comenzar la respiración en presencia de tensioactivo y observa el trazado resultante
5. Repita el paso 2.

Prediga: ¿Qué efecto tendrá la adición de más surfactante en estos pulmones?

 - Los flujos de aire disminuirán.
 - Los flujos de aire aumentarán aún más.
 - Los flujos de aire seguirán siendo los mismos.
6. Pulse dos veces en *Agente tensioactivo* (3) para suministrar dos alícuotas más de lípidos y proteínas sintéticas al revestimiento interior de los pulmones.

7. Repita el paso 1.
8. Repita el paso 2.
9. Pulse *Borrar trazados* (4) para eliminar el trazado del osciloscopio.
10. Pulse *Limpiar* (5) para eliminar de los pulmones el tensioactivo del experimento anterior.

Deténgase y piense: ¿Qué efecto tendrá la adición de más surfactante en estos pulmones?

- Los flujos de aire disminuirán.
- Los flujos de aire aumentarán aún más.
- Los flujos de aire seguirán siendo los mismos.

Deténgase y piense: Los bebés prematuros a menudo tienen dificultad para respirar porque la cantidad de surfactante en sus pulmones es

- demasiado alto.
- demasiado baja.
- irrelevante para el problema.

11. Repita el paso 1 y observe el estado de presión negativa que se muestra debajo del osciloscopio cuando se hinchan los pulmones.
12. Repita el paso 2.
13. Seleccione la válvula del lado izquierdo de la campana de cristal (7) para abrirla.
14. Repita el paso 1.

Deténgase y piense: ¿Qué pasó con el lado izquierdo de la campana cuando se abrió la válvula?

- La presión intrapleurales se volvió más negativa.
- La presión intrapleurales se iguala con la presión atmosférica.
- El pulmón del lado derecho de la campana de cristal se hizo más grande.
- Aumentaron los flujos de aire.

Prediga: ¿Qué pasará con el pulmón colapsado en el lado izquierdo de la campana de vidrio si cierra la válvula?

- El pulmón se volverá a inflar de una vez.
- El pulmón se volverá a inflar después de varias respiraciones.
- El pulmón permanecerá colapsado.
- El pulmón colapsará aún más.

15. Repita el paso 2.
16. Presione la válvula del lado izquierdo de la campana de cristal (7) para cerrarla.
17. Repita el paso 1 y el paso 2.

Deténgase y piense: ¿Se volvió a inflar el pulmón izquierdo colapsado?

- Sí lo hizo.
- No, no lo hizo.
- Esto no se puede determinar porque se registraron muy pocas respiraciones.

18. Pulse el botón *Reiniciar* (6), situado encima de la campana de cristal, para sacar el aire del espacio intrapleurales y devolver el pulmón a su estado normal de reposo.

19. Repita paso 1 y 2.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. La adición de surfactante al interior del pulmón
 - disminuyó la magnitud de los cambios de presión intrapleurales.
 - aumentó la tensión superficial.
 - aumentó el flujo de aire.
 - aumentó la magnitud de los cambios de presión intrapleurales.
2. Abrir la válvula en el costado de la campana de vidrio
 - permitió que el tensioactivo drene fuera de los pulmones.
 - alteró la presión atmosférica.
 - permitió que los cambios en la presión intrapleurales fueran mayores.
 - neumotórax simulado.
3. En esta actividad, un neumotórax es seguido automáticamente por
 - presiones intrapleurales más grandes.
 - atelectasia.
 - aumento del flujo de aire.
 - disminución de las tensiones superficiales.
4. La mejor manera de volver a inflar rápidamente el pulmón colapsado de una persona es
 - bombear aire fuera del espacio intrapleurales para recrear la presión negativa.
 - eliminar una parte del tensioactivo del interior del pulmón.
 - bombear aire fuera del pulmón colapsado para recrear la presión negativa.
 - inducir contracciones fuertes y frecuentes del músculo diafragma.

Hoja de revisión







1. ¿Qué efecto tiene la adición de surfactante en el flujo de aire? ¿Qué tan bien se compararon los resultados con su predicción?

Recuerde que durante el experimento se le preguntó: ¿Qué efecto tendrá la adición de más surfactante en estos pulmones?

El software despliega su respuesta anterior.

Fisiología del sistema renal: Respuesta renal a la presión arterial alterada

Ingresa a la página principal del software y selecciona del ejercicio 9 la actividad 3

Ejercicio 9: Fisiología del sistema renal	
Actividad 1: El efecto del radio de la arteriola en la filtración glomerular	
Actividad 2: El efecto de la presión sobre la filtración glomerular	
Actividad 3: Respuesta renal a la presión arterial alterada	
Actividad 4: Gradientes de solutos y su impacto en la concentración de orina	
Actividad 5: Reabsorción de glucosa a través de proteínas transportadoras	
Actividad 6: El efecto de las hormonas en la formación de orina	

Objetivos

- Comprender los términos nefrona, túbulo renal, filtrado, cápsula de Bowman, presión arterial, arteriola aferente, arteriola eferente, glomérulo, velocidad de filtración glomerular y presión capilar glomerular.
- Comprender cómo afecta la presión arterial a la presión capilar glomerular y a la filtración glomerular.
- Observar qué es más eficaz cuando se producen variaciones en la presión arterial: cambiar el radio de la arteriola aferente o el de la arteriola eferente.

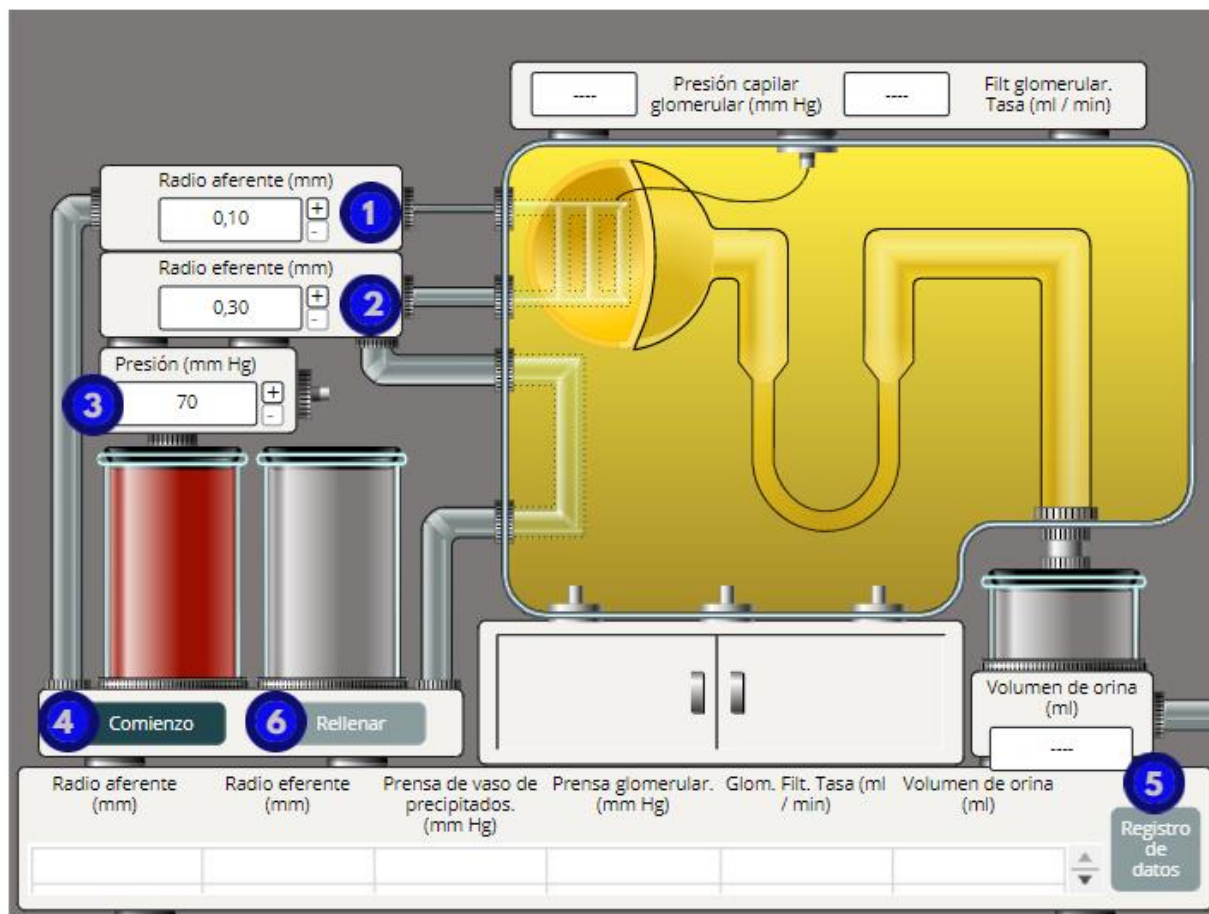
Introducción

En esta actividad se van a unir los conocimientos adquiridos en las actividades 1 y 2 de del ejercicio 9, para estudiar los efectos combinados de la influencia tanto del radio como de la presión en el filtrado glomerular y así observar cómo es el funcionamiento real en el organismo y cómo los cambios en una variable pueden compensar los cambios en la otra, manteniendo así un equilibrio y la tasa de filtración glomerular de los valores normales.

Cuestionario previo

1. Si todas las demás variables se mantienen constantes, ¿cómo afecta el radio de la arteriola aferente a la tasa de filtración glomerular?
 - Un radio de arteriola aferente aumentado disminuirá la tasa de filtración glomerular.
 - Un radio de arteriola aferente disminuido aumentará la tasa de filtración glomerular.
 - Un radio de arteriola aferente aumentado aumentará la tasa de filtración glomerular.
 - La tasa de filtración glomerular es independiente de los cambios en el radio de la arteriola aferente.
2. Si todas las demás variables se mantienen constantes, ¿cómo afecta el radio de la arteriola eferente a la tasa de filtración glomerular?
 - La tasa de filtración glomerular está directamente relacionada con los cambios en el radio de la arteriola eferente.
 - Un radio de arteriola eferente disminuido aumentará la tasa de filtración glomerular.
 - Un radio de arteriola eferente aumentado aumentará la tasa de filtración glomerular.
 - Un radio de arteriola eferente disminuido disminuirá la tasa de filtración glomerular.
3. Si todas las demás variables se mantienen constantes, ¿cómo afecta la presión arterial a la tasa de filtración glomerular?
 - La presión arterial afecta inversamente la tasa de filtración glomerular.
 - La presión arterial afecta directamente la tasa de filtración glomerular.
 - Independientemente de los cambios en la presión arterial, la tasa de filtración glomerular permanece constante.
 - Los cambios en la tasa de filtración glomerular afectan la presión arterial.
4. En ausencia de otros procesos renales (incluida la reabsorción y secreción tubulares), una mayor filtración glomerular conduce a un mayor volumen de orina.
 - Cierto.
 - Falso.

Experimento



Los números que aparecen en la figura anterior le ayudaran a guiarse en la ejecución del experimento. En el paso a paso se especificará su uso dentro de un paréntesis. Conforme realice cada uno de los pasos debe dar click en el botón *Próximo* (Next) situado en el borde inferior derecho de la pantalla del simulador.

1. Ajuste la presión arterial a 90 mm Hg pulsando el botón + junto al indicador de presión (3), fije el radio de la arteriola aferente en 0,50 mm (1) y el de la arteriola eferente en 0,45 mm (2). Seleccione *Iniciar* (4) para que comience la filtración glomerular. A medida que la sangre fluye desde el recipiente suministrador a través del corpúsculo renal, el filtrado se mueve por el túbulo renal, luego pasa por el conducto colector y por último llega a la vejiga urinaria.
2. El indicador de la presión capilar glomerular muestra la presión hidrostática de la sangre en los capilares glomerulares, que promueve la filtración, y el indicador de velocidad de filtración muestra el flujo del fluido que se mueve desde la luz de los capilares glomerulares hacia la luz de la cápsula de Bowman. Registre los datos (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.
3. Seleccione *Rellenar* (6) para llenar de nuevo el recipiente suministrador y preparar la nefrona para el próximo experimento.
4. A continuación, observe cómo podría actuar la nefrona para mantener la velocidad de filtración glomerular constante a pesar de una gran caída en la presión arterial.

Reduzca la presión arterial a 70 mm Hg, pulsando el botón (–) que se encuentra al lado del indicador de presión (3). Oprima *Iniciar* (4) para comenzar la filtración glomerular.

5. Registre los datos (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

6. Repita el paso 3.

Deténgase y piense en la pregunta: ¿Si la presión arterial bajara (por ejemplo, como resultado de la pérdida de sangre), ¿qué cambios en la nefrona permitirían que el riñón mantuviera su tasa de filtración glomerular normal?

- Dilatación de la arteriola aferente y dilatación de la arteriola eferente.
- Constricción de la arteriola aferente y constricción de la arteriola eferente.
- Dilatación de la arteriola aferente y constricción de la arteriola eferente.
- Constricción de arteriolas aferentes y dilatación de arteriolas eferentes.

7. Aumenta el radio de la arteriola aferente a 0,60 mm pulsando el botón (+) situado junto al indicador del radio aferente (1) seleccione *Iniciar* (4) para que comience la filtración glomerular.

8. Guardar sus datos (5) para mostrar sus resultados en la cuadrícula.

9. Repita el paso 3.

Deténgase y piense: ¿Comparando la tasa de filtración glomerular y la presión capilar glomerular con los valores iniciales (del primer ciclo), ¿qué tan efectivo fue el aumento del radio de la arteriola aferente para compensar la presión arterial baja?

- La dilatación de la arteriola aferente no mejoró la presión capilar glomerular baja ni la tasa de filtración.
- La dilatación de la arteriola aferente mejoró marginalmente la baja presión capilar glomerular y la tasa de filtración.
- La dilatación de la arteriola aferente devolvió la presión capilar glomerular baja y la tasa de filtración casi a los valores iniciales.
- La dilatación de la arteriola aferente aumentó la presión capilar glomerular baja y la tasa de filtración a niveles por encima de los valores iniciales.

10. Retorne el radio de la arteriola aferente a 0,50 mm (1) y disminuya el radio de la arteriola eferente hasta 0,35 mm (2), oprima *Comenzar* (4) para comenzar la filtración glomerular.

11. Repita el paso 8.

12. Repita el paso 3.

13. Ajusta el radio de la arteriola aferente a 0,60 mm y mantén el radio de la arteriola eferente en 0,35 mm. Pulse *Iniciar* (4) para comenzar la filtración glomerular.

14. Repita el paso 8.

15. Repita el paso 3.

Deténgase y piense: Comparando la tasa de filtración glomerular y la presión capilar glomerular con los valores iniciales (del primer ciclo), ¿qué tan efectiva fue la disminución del radio de la arteriola eferente para compensar la presión arterial baja?

- La constricción de la arteriola eferente no mejoró la presión capilar glomerular baja ni la tasa de filtración.
- La constricción de la arteriola eferente mejoró marginalmente la presión capilar glomerular baja y la tasa de filtración.
- La constricción de la arteriola eferente devolvió la presión capilar glomerular baja y la tasa de filtración casi a los valores iniciales.
- La constricción de la arteriola eferente aumentó la presión capilar glomerular baja y la tasa de filtración a niveles por encima de los valores iniciales.

Prediga: ¿Qué pasará con la tasa de presión capilar glomerular y la tasa de filtración glomerular si ambos cambios en el radio de las arteriolas se implementan simultáneamente con la condición de presión arterial baja?

- La tasa de filtración glomerular y la presión solo aumentarán hasta los niveles medidos en el experimento de arteriola aferente dilatada.
- La tasa de filtración glomerular y la presión se elevarán por encima de los valores iniciales.
- La tasa de filtración glomerular y la presión solo aumentarán hasta los niveles medidos en el experimento de arteriola eferente constreñida.

Se desplegará el siguiente mensaje: ¡Felicidades! Ha completado este experimento. Seleccione *Enviar* (Submit) para registrar sus resultados en el informe de laboratorio y continúe con la prueba posterior al laboratorio.

Cuestionario posterior

Si necesita revisar los resultados que obtuvo del experimento para resolver una pregunta puede dar click en la opción *Ver resultados del experimento* (View Experiment Results).

1. Si todas las demás variables se mantienen constantes, cuando la presión arterial disminuye entonces la filtración glomerular
 - aumenta.
 - permanece aproximadamente igual.
 - disminuye.
2. Si el radio de la arteriola eferente disminuye en respuesta a una disminución de la presión arterial, entonces la filtración glomerular
 - aumenta.
 - permanece aproximadamente igual.
 - disminuye.
3. Si todas las demás variables se mantienen constantes, cuando el radio de la arteriola eferente disminuye entonces la filtración glomerular
 - aumenta.
 - permanece aproximadamente igual.
 - disminuye.
4. Con la presión arterial mantenida en un valor constante, ¿cuál de las siguientes combinaciones elevará la tasa de filtración glomerular por encima de los valores iniciales?
 - Constricción de arteriolas aferentes y dilatación de arteriolas eferentes.
 - dilatación de la arteriola aferente y constricción de la arteriola eferente.
 - Constricción de la arteriola aferente y constricción de la arteriola eferente.
 - dilatación de la arteriola aferente y dilatación de la arteriola eferente.

Hoja de revisión

1. Enumere los diversos mecanismos que ha explorado que cambian la tasa de filtración glomerular.
2. ¿Cómo cada mecanismo altera específicamente la tasa de filtración glomerular?

REFERENCIAS

- Acidosis respiratoria: MedlinePlus enciclopedia médica. (2021). Recuperado de 2021, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000092.htm>
- Daut, G. (2011). Adquisición de competencias en la materia de fisiología con educación tradicional vs. Aprendizaje colaborativo. Recuperado de <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=92225>
- De Quirós, C. (2020). Nuevas estrategias terapéuticas contra el remodelado miocárdico en la estenosis aórtica.
- Gómez, E. (2011). Modelo de Simulación para la Liberación de Neurotransmisores en la Sinapsis. 72.
- Guadalupe, D. (2013). Adquisición de competencias en la materia de fisiología con educación tradicional vs. Aprendizaje colaborativo. Recuperado de <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=92225>
- Katsu, Y., & Baker, M. E. (2021). Cortisol. In Handbook of hormones (pp. 947-949). Academic Press.
- López, M. E., García, A., Rivera, L., Prieto, D., Benedito, S., Hernández, M. V., Recio, M. P., Climent, B., Agis, Á., Raposo, R., Contreras, C., Sánchez, A. A., Hernández, M., Rodríguez, C., Muñoz, M., Perales, M., Puente, F. J., Bragado, M. (2020). Impacto de la implementación del aprendizaje basado en problemas en combinación con las prácticas de laboratorio clínico y virtual de Fisiopatología para el desarrollo de competencias profesionales [Info:eu-repo/semantics/pimcd]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/61283/>
- Manzur Sandoval, D. (2016). Hiperlactatemia por estados de hiperventilación y alcalosis respiratoria: reporte de tres casos y revisión de la literatura. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*, 30(3), 204-208.
- Márquez-Benítez, Y., Lancheros-Silva, A. M., & Díaz-Chaves, E. (2019). Grupos sanguíneos y su relación con los niveles plasmáticos del Factor de von Willebrand. *Universidad y Salud*, 21(3), 277-287.
- Martínez, D. A., Vidal, V. A., Fernández, C. A., & Parrado, L. M. (2011). Histología del Tracto Urinario. Formación de la Orina. Regulación de la Fisiología Renal. DE LAS MUESTRAS, 5.
- Milde, L., Vedoya, M., Medina, G., & Acuña, M. (2009). Transporte de membrana plasmática. Recuperado de: https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/e28-Transporte_de_Membrana_Plasmatica.pdf
- Peña, S. (2020). Fisiología de la glándula tiroides. Disfunción y parámetros funcionales de laboratorio en patología de tiroides. *Revista ORL*, 11(3), 253-257.
- Pérez Rodríguez, A., & Berenguer Gouarnaluses, M. (2015). Algunas consideraciones sobre la diabetes mellitus y su control en el nivel primario de salud. *Medisan*, 19(3), 375-390.
- Portillo, L. (2016). Tesis de Maestría en Física Médica. 84. Recuperado de: <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/575/1/Portillo.pdf>
- Ríos, J., Duque, J. E., & Barco, J. A. (2020). El periodo refractario de las células excitables: ¿inconsistencias de un dogma? *Revista de la Facultad de Medicina*, 68(2). <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n2.74440>
- Vera Carrasco, O. (2018). Trastornos del equilibrio ácido-base. *Revista Médica La Paz*, 24(2), 65-76.
- Zao, P., Stabler, T., Smith, L., Lokuta, A. & Griff, E. (2012). "Simulaciones de laboratorio de Fisiología" *PhysioEx 9.0*. Pearson. ISBN: 032185572

APÉNDICE

A continuación, se presentan 3 casos clínicos relacionados con el Ejercicio 5 Dinámica cardiovascular, Actividad 7: Compensación en condiciones cardiovasculares patológicas.

Caso Clínico 1.

Paciente de 70 años, diabético tipo 2, hipertenso, antecedente de IAM de 2 años de evolución, el cual acude al servicio de emergencias con cuadro de 15 días de evolución progresiva de presentar edema podálico, disnea de reposo, náuseas, vómito, mareos y disminución de la diuresis. Al examen físico paciente presenta ingurgitación yugular, edema podálico ++, hepatomegalia. Luego de realizar los estudios pertinentes, química sanguínea, enzimas cardíacas, Rx de tórax, electrocardiograma y demás, se decide ingresar al paciente.

¿Cuál es el diagnóstico más probable antes estos hallazgos?

¿Mencione 3 mecanismos fisiológicos compensadores para esta patología?

Caso Clínico 2.

Paciente femenina de 42 años de edad, conocida sana, la cual acude al servicio de emergencias por haber presentado episodio de disnea súbita en reposo, acompañada de diaforesis, dolor torácico opresivo sin irradiaciones y cuenta con historia de 2 episodios de síncope. Se realizó un ecocardiograma transtorácico con el cual se observó patología valvular.

¿Cuál es el diagnóstico más probable antes estos hallazgos?

¿Qué otra sintomatología sería esperable que aparezca en la paciente si no recibe un tratamiento precoz?

Caso Clínico 3.

Paciente masculino de 60 años con antecedentes de hipertensión arterial desde hace 10 años para la cual lleva tratamiento regular con enalapril (20 mg) 1 tab. al día. Tras haber adquirido una infección respiratoria aguda acude al médico y durante el examen físico se detecta un soplo cardíaco, disminución del primer ruido. Complementando la historia clínica paciente refiere que desde hace 2 meses cursa con disnea de esfuerzo y fatiga. Se le realizan estudios complementarios en donde se visualiza una disfunción de la válvula mitral.

¿Cuál es el diagnóstico más probable antes estos hallazgos?

¿Cuál es la fisiopatología para esta patología?