

Matemática aplicada

para profesionales de ciencias médicas

Rosa Juana Cuesta Carrillo

Editorial Ciencias Médicas

Matemática aplicada

para profesionales de ciencias médicas

Matemática aplicada

para profesionales de ciencias médicas

Lic. Rosa Juana Cuesta Carrillo

Profesoral Superior en la Especialidad de Física. Metodóloga Voluntaria de Matemática Aplicada del Centro Nacional de Perfeccionamiento Técnico y Profesional de la Salud Dr. Fermín Valdés Domínguez (CENAPET). Profesora de Enfermería Docente-Administrativa. Jefa del Departamento de Enseñanza General del Politécnico María Cabrales. Directora Fundadora de la Enfermería Pediátrica en Cuba. Profesora de la Universidad del Adulto Mayor. Asesora de Matemática Aplicada del Plan Emergente de Enfermería de la CUJAE y el Cotorro.



La Habana, 2011

Cuesta Carrillo Rosa Juana

Matemática Aplicada para Profesionales de Ciencias Médicas.
La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2005.

122 p.

Incluye tabla de contenido. Bibliografía al final de la obra.

Incluye 14 anexos

1. Matemática.
2. Modelos matemáticos.
3. Medicina.
4. Estudiantes de medicina.
5. Estudiantes de enfermería.
6. Libros de texto.

QT35

Asesores: Dr. Luis Gregorio Valdés Maza y Dr. Rafael Carbó Bermúdez

Edición, composición y maquetación: Ing. José Quesada Pantoja

Diseño cubierta: DI. José Manuel Oubiña González

Diseño interior: Ac. Luciano Ortelio Sánchez Núñez

© Rosa Juana Cuesta Carrillo, 2011

© Sobre la presente edición:

Editorial Ciencias Médicas, 2011

ISBN 978-959-212-669-5

Editorial Ciencias Médicas

Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas

Calle 23, No. 117 e/ N y O, Edificio Soto, El Vedado,

Ciudad de La Habana, CP 10400, Cuba.

<http://www.sld.cu/sitios/ecimed/>

Correo electrónico: ecimed@infomed.sld.cu

Teléfonos: 838 3375 / 832 5338

A mi Patria.

A la Revolución.

Para la salud de todos los pueblos.

Agradecimientos

Deseo agradecer a todas las personas que me han estimulado y ayudado en la creación y confección de este libro, incluyendo lo que he aprendido de los estudiantes, personal de enfermería graduado, cursistas y profesores con quienes trabajado durante muchos años como docente.

Mi mayor gratitud al ingeniero Eric de la Torre, mi motor impulsor, quien me motivó y presentó a su padre el doctor Ernesto de la Torre, al que le estoy eternamente agradecida, ya que me recomendó a la doctora Zaida Candevá, Directora del Centro Nacional de Perfeccionamiento Técnico y Profesional de la Salud Dr. Fermín Valdés (CNPTPS), para que analizara el proyecto, la que a su vez facilitó el recorrido por toda Cuba para que se le informara del contenido del programa al personal de la salud.

Gracias a mis hijos la ingeniera Rosa Ibis Valdés Cuesta, el teniente coronel Juan José Valdés Cuesta y el ingeniero Luis Alberto Valdés Cuesta, que me ayudaron a digitalizar todo el material, sin este apoyo hubiese sido difícil recopilar e imprimir mis experiencias. También mi agradecimiento por el asesoramiento computarizado de las ingenieras Susana Nuñez y Marlen León, así como del asesoramiento jurídico de la licenciada María Amparo Santana Calderín.

También mi agradecimiento a los másteres Dolores Agüero, Caridad Conde, Bárbara Valdés, Esther Martínez, Luisa Fernández, Asunción Toledo, Mayra Reguera, Esther López y Teresa Jorajuría; los doctores Carlos Jiménez y Antonio Díaz, las licenciadas Ofelia Curvelo, Catalina Pérez, Yaneidy Ferrer y Yamila Cabrera, y las estudiantes Aliucha Pedroso y Marlen Agramonte.

Presentación

En la primera edición de este libro el objetivo fundamental fue proporcionarle al personal de salud una metodología precisa para facilitar el desarrollo del cálculo mental en la solución de los problemas de dosificación de medicamentos con la simplificación de las operaciones numéricas y lograr seguridad y la rapidez en su administración para obtener la dosis exacta. Logrados estos objetivos en esta edición se profundiza en los estudios investigativos diseñados para seguir las orientaciones de la teoría epistemológica y los paradigmas hermenéutico y sociocrítico, así como del ideario pedagógico martiano: “Al mundo nuevo corresponde la Universidad nueva. A nuevas ciencias que todo lo invaden, reforman y minan nuevas cátedras”. (José Martí: “Escuela de electricidad”, *La América*. Nueva York, noviembre de 1883. En *Obras completas*, vol. 8, Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 1975, p. 281).

Se ha realizado un análisis y recepción de los contenidos para su perfeccionamiento, donde se han incluido temas que amplían los aspectos que resultan novedosos o complejos, como la utilización de los indicadores energéticos, teniendo en cuenta que la energía es la medida más general del movimiento de la materia para su transformación, para proporcionar las directrices que caracterizan al objeto de estudio (hombre-paciente) en su relación con el medioambiente, con la correspondencia biunívoca que existe entre la energía y los alimentos que permite vincular los conocimientos de la ciencia pura a los procesos biológicos utilizando como herramienta los indicadores energéticos y sus directrices.

Se debe recordar que el conocimiento es el resultado de los descubrimientos de nuevos hechos y leyes del desarrollo del mundo objetivo, conciencia de la realidad adquirida a través de la investigación y aprendizaje. El conocimiento es el resultado del saber utilizado por la sociedad aplicado a la vida y asimilada por ellos para encontrarse su hecho, o sea, que se conoce con certeza.

Contenido

Introducción / 1

Capítulo 1. La matemática aplicada y su vinculación con otras ciencias / 5

- 1.1. Las ciencias matemáticas en la medicina / 5
- 1.2. La química con la medicina / 6
- 1.3. La física con la medicina / 6
- 1.4. Matemática aplicada a la medicina / 7
- 1.5. Medicina homeopática y la matemática aplicada / 8
- 1.6. La matemática aplicada como ciencia de nuevo tipo / 9

Capítulo 2. Métodos matemáticos para medir y administrar los medicamentos y la forma de utilizar las unidades y la jeringuilla de un mililitro / 11

- 2.1. Estudio de la jeringuilla de 1 mL / 15
- 2.2. Fórmula para obtener la cantidad de centésimas por décimas atendiendo a la escala de la jeringuilla / 16
- 2.3. Relación entre los distintos tipos de jeringuilla de 1 mL / 16
- 2.4. Aplicación del factor de conversión para distintos tipos de jeringuillas / 18
- 2.5. Métodos para dar cumplimiento a una indicación médica / 18
 - 2.5.1. Método del producto / 18
 - 2.5.2. Método de las proporciones / 19
 - 2.5.3. Método de la sumatoria / 19
 - 2.5.4. Método corto (aplicando producto) para obtener centésimas / 21
 - 2.5.5. Método de factor de conversión combinado con sumatoria / 22
 - 2.5.6. Método factor de conversión puro / 24
 - 2.5.7. Método corto / 25
 - 2.5.8. Método FAYRA general descendente / 26
 - 2.5.9. Método FAYRA general ascendente / 27
- 2.6. Conclusiones / 28
- 2.7. Ejercicios propuestos / 29

Capítulo 3. Fórmulas que facilitan el control de la hidratación por gravedad / 31

- 3.1. Administración de los medicamentos por perfusión o venoclisis, utilizando los métodos tradicionales / 34

- 3.1.1. Método tradicional simple / 34
- 3.1.2. Explicación del método tradicional por paso / 34
- 3.2. Fórmula general (obtención de la constante $R = 1/3$) / 36
 - 3.2.1. Cálculo del goteo de la venoclisis conocido el tiempo de duración / 37
 - 3.2.2. Cálculo del tiempo de duración de la venoclisis conocido el goteo / 38
 - 3.2.3. Aplicación de la fórmula general en función del tiempo del volumen administrado / 39
- 3.3. Resumen / 42
- 3.4. Resumen de fórmulas / 43
- 3.5. Eficiencia y ventajas de la aplicación de estas fórmulas / 45
- 3.6. Conclusiones / 45
- 3.7. Ejercicios propuestos / 46

Capítulo 4. Medicamento con soluto disuelto en un volumen determinado / 49

- 4.1. Estructura de la insulina / 50
 - 4.1.1. Distintos tipos de insulina ateniendo a su acción y concentración / 50
 - 4.1.2. Velocidad y duración de acción de los distintos tipos de insulina / 51
 - 4.1.3. Requisito indispensable para la aplicación del método FAYRA / 52
 - 4.1.4. Dificultades que se confrontan en la administración de insulina / 54
 - 4.1.5. Aplicación del método FAYRA en la administración de insulinas utilizando la jeringuilla patrón / 56
 - 4.1.6. Eficiencia y ventaja de la administración por el método FAYRA / 58
 - 4.1.7. Ejercicios resueltos en la administración de insulinas utilizando el factor de conversión / 59
 - 4.1.8. Administración de insulina por el método de la concentración por paso / 61
 - 4.1.9. Administración de insulina aplicando el método corto / 62
 - 4.1.10. Administración de insulinas aplicando el método de la sumatoria / 63
- 4.2. Medicamentos que su masa (soluto) se expresa en miligramos. Aplicación del método analítico / 64
 - 4.2.1. Método del diagrama / 65
 - 4.2.2. Aplicación del método del factor de conversión combinado con el método FAYRA / 66
 - 4.2.3. Aplicación del método corto / 66

Capítulo 5. Medicamentos con soluto disuelto en un volumen no determinado / 69

- 5.1. Administración de antibióticos (penicilina) utilizando método por paso y método corto / 71
- 5.2. Administración de medicamentos cuando el soluto se expresa en gramos o miligramos / 74
 - 5.2.1. Administración de medicamentos cuando el disolvente es una solución / 75
 - 5.2.2. Administración de medicamentos para expresar los miligramos en gramos / 75
 - 5.2.3. Administración de medicamentos combinando el método de la concentración con el método FAYRA / 76

Capítulo 6. Metodología para variar la concentración de las soluciones / 79

- 6.1. Metodología que se debe utilizar para variar la concentración de las soluciones isotónicas a hipertónicas / 82
 - 6.1.1. Aumentar el volumen cuando se le varía la concentración al frasco / 84
 - 6.1.2. Variar la composición del suero utilizando especies diferentes / 85
- 6.2. Métodos para transformar una solución concentrada en otra más diluida / 86
 - 6.2.1. Convertir una solución concentrada al tanto por ciento en otra más diluida / 86
 - 6.2.2. Método FAYRA.CONC para variar la concentración de las soluciones isotónicas a hipertónicas / 88

Capítulo 7. Administración de medicamentos por kilogramos de peso basado en la relación entre el peso y la superficie corporal / 91

- 7.1. Administrar medicamentos por kilogramos de peso y la utilización de unidades internacionales / 94
- 7.2. Administrar medicamentos en miligramos por kilogramo de peso / 96
- 7.3. Administración de los medicamentos convirtiendo los miligramos en gramos / 97

Anexos / 99

- Anexo 1. Orientaciones metodológicas / 101
- Anexo 2. Problemas propuestos / 107
- Anexo 3. Diagrama de la jeringuilla J_{100} / 109
- Anexo 4. Diagrama de la jeringuilla de J_{80} / 110
- Anexo 5. Diagrama de la jeringuilla J_{40} / 111
- Anexo 6. Diagrama de la jeringuilla J_{20} / 112

Anexo 7. Diagrama de la jeringuilla de 10 décimas /	113
Anexo 8. Diagrama de la jeringuilla de doble graduación /	114
Anexo 9. Relación entre las jeringuillas de 80 y 40 centésimas /	115
Anexo 10. Relación entre las jeringuillas de 100 y 80 centésimas /	116
Anexo 11. Relación entre las jeringuillas de 100 y 40 centésimas /	117
Anexo 12. Relación entre las jeringuillas de 100 y 20 centésimas /	118
Anexo 13. Relación entre las jeringuillas de 80 y 20 centésimas /	119
Anexo 14. Relación entre las jeringuillas de 40 y 20 centésimas /	120

Bibliografía / 121

Introducción

¿Por qué se necesitan las ciencias puras o exactas aplicadas a las ciencias médicas? La respuesta a esta interrogante se obtiene con los paradigmas, investigaciones, análisis y reflexiones, observación, experimentación...

El análisis y reflexión de las investigaciones están dirigidos para el perfeccionamiento en la formación de los recursos humanos de la salud, especialmente el de enfermería.

¿Por qué la química deber ser aplicada a las ciencias médicas o las enseñanzas de perfil biológico? Porque los procesos biológicos necesitan una química especializada para que puedan identificar o vincular a las particularidades fundamentales de las moléculas bioorgánicas como la urea o diamida del ácido carbónico, al núcleo del ciclopenteno perhidrofenantreno, estructura base de las sales biliares, vitamina D, hormonas masculinas y femeninas, bases nitrogenadas de ácido nucleico, las estructura de purina y pirimidixina del ADN y ARN, las moléculas químicas de los aminoácidos esenciales que forman las moléculas proteicas, además de las bioinorgánicas que contienen en su grupo prostético elementos metálicos como el hierro y la molécula de hemoglobina.

¿Por qué se necesita una física aplicada a las ciencias médicas? Porque los procesos que tienen lugar en la naturaleza, ya sean mecánicos, químicos o biológicos han de verificarse de acuerdo con los principios de la termodinámica, por la correspondencia que existe entre la energía y los alimentos y su relación con el medio ambiente.

¿Por qué se necesita una matemática aplicada a las ciencias médicas? Porque la dosificación y administración de los medicamentos exige que el personal que ejecuta la acción domine los tres pilares fundamentales que permiten vincular la matemática pura a la matemática médica empleando métodos de conocimientos científicos que faciliten la comunicación entre ambas ciencias:

– *Primer pilar:* como se hacen las indicaciones en las historias clínicas de los pacientes para el cumplimiento de la administración del medicamento con precisión y exactitud. Por ejemplo:

- Administrar 0,15 mL de sustancia A
- Administrar 2 mg de sustancia D. La sustancia D está contenida en 50 mg por cada 2 mL.
- Administrar 20 u de insulina U80.

- *Segundo pilar:* en el vocabulario de presentación de los medicamentos la forma de expresar los sistemas de medidas tiene significados diferentes en la matemática general respecto a la matemática aplicada. Por ejemplo:
 - Ampolleta de 8 mg por cada 4 mL.
 - Frasco de suero de 500 mL al 5 %.
 - Bulbo de 500 000 u.
 - Frasco de 40 u/mL en 10 mL.
- *Tercer pilar:* la selección de la jeringuilla de acuerdo con la escala que depende del volumen de líquido que se debe administrar.

La aplicación de la matemática aplicada a este sistema de enseñanza, proporciona los conocimientos científicos del desarrollo de los hábitos y habilidades de cómo utilizar los métodos y fórmulas creadas para la dosificación y administración de los medicamentos con precisión, honestidad y el desarrollo del cálculo mental para la rapidez. Además, permite romper esquemas al no tener que utilizar métodos empíricos o cotidianos para desarrollar los hábitos y habilidades de cómo dosificar y administrar los medicamentos y profundizar, ejercitar, sistematizar y valorar la vinculación del desarrollo del método científico para las técnicas y procedimientos en lo que se refiere a la administración de los medicamentos por vía parenteral, pues en determinadas circunstancias no se dispone del tiempo necesario para recurrir a la expresión escrita, por la urgencia y la gravedad de la enfermedad; la rapidez de esta acción es determinante para salvar una vida.

La caracterización del objeto de estudio (hombre-paciente) permite encontrar las herramientas con los indicadores energéticos y las cuatro directrices de orientación metodológica, no sustituyen el contenido de la materia, sino que orientan cómo deben unirse objetivos y contenidos bajo el aparato de la estructuración del proceso pedagógico que favorece la autopreparación del profesor y facilita la comunicación con los educandos para transmitirles sus conocimientos:

1. La identificación de los seres vivos como máquina química dinámica isotérmica que realiza las transformaciones por la correspondencia biunívoca que existe entre los alimentos, la energía y su relación con el medio ambiente, transformando a los alimentos en energía química útil a nivel de las mitocondrias en trifosfato de adenosina.
2. La identificación del principio fundamental de los seres vivos definido por la homeostasia fisiológica y psicosocial que se explica como el establecimiento dinámico del medio interno. Tendencia de los organismos a mantener un equilibrio, su masa anatómica, composición química, metabolismo y sus niveles funcionales mediante mecanismo especiales de regulación.
3. Conocimiento y utilización de los principios de la termodinámica primero y segundo vinculados con la explicación de los procesos biológicos por la importancia que tiene para la fisiología como ciencia dentro del campo de

las ciencias médicas que estudia los fenómenos físicos y químicos siguiendo las mismas leyes que rigen estas ciencias. Los seres vivos para mantener su vitalidad efectúan un intercambio de materia y energía con el medio exterior denominándose nutrición o metabolismo. El objetivo de estudio de la fisiología es hacer una descripción analítica de los fenómenos morfológicos, físicos y químicos de los seres vivos y estudiar las funciones de todos los órganos y aparatos de los mecanismos de cada función y de las funciones entre sí.

4. El análisis y reflexión de la idiosincrasia refuerza la ética médica significando que es la intolerancia de un sujeto frente a los alimentos o medicamentos cualesquiera, difiere de los procesos alérgicos anafilácticos que la reacción produce desde su primer contacto sin necesidad de sensibilización.

Debido al auge científico técnico que mueve a la humanidad en la actualidad, cada día la aplicación de la técnica requiere mayor calificación, se hace necesario que el personal de la salud, especialmente el de enfermería, domine correctamente los métodos que faciliten la dosificación y administración de los medicamentos con rapidez; con el desarrollo los fármacos son cada día más enérgicos y se utilizan en pequeñas cantidades, en dosis tan pequeñas que requieren la utilización de jeringuillas de 1 mL con diferentes escalas.

La administración de un medicamento determinado responde a una serie de factores como talla, peso, edad, sexo, superficie corporal, característica del medicamento, así como la idiosincrasia del paciente, que unido a la enfermedad y su evolución obliga, constantemente, a realizar cálculos operacionales complejos para lograr su correcta dosificación.

La inexistencia de literatura matemática nacional e internacional que sirva de texto de consulta para medir los medicamentos correctamente motivó a dedicar varias décadas de investigación a la vinculación de la práctica con el ejercicio de la profesión, lo que permitió acumular experiencias para el desarrollo de hábitos y habilidades matemáticos específicos para acrecentar el aprendizaje y el empleo de métodos matemáticos que faciliten las operaciones de como administrar con precisión y rapidez los fármacos.

Capítulo 1

La matemática aplicada y su vinculación con otras ciencias

La *matemática* es la ciencia que trata de la cantidad; la *matemática aplicada* es el estudio de la cantidad en relación con ciertos fenómenos y la *matemática pura* el estudio de la cantidad considerada en abstracto.

La administración de los medicamentos posee un vocabulario especial que debe ser del dominio de los trabajadores de ciencias médicas, lo que no le permite al matemático puro identificar la estrategia para enfrentar situaciones problemáticas como, por ejemplo: administrar 2 mg de una sustancia A y que en el ampula de A están contenidos los 50 mg en 2 mL. Para ejecutar la indicación tiene que saber que tipo de jeringuilla seleccionar y la cantidad de mililitros que debe de medir para que contenga los 2 mg indicados; el mecanismo operativo requiere del dominio de las medidas de longitud, capacidad de la concentración con el peso, la masa de la sustancia y el volumen que la contiene.

Son múltiples las situaciones como estas que en una jornada de trabajo debe cumplimentar el personal de enfermería para la atención de los pacientes; son disímiles las dificultades que tiene que enfrentar y la gran responsabilidad que se le otorga, ya que la menor equivocación, por simple que sea, como la de administrar una centésima o raya más o menos que las necesarias, en ocasiones le cuesta la vida al paciente, además de las dificultades que tiene el personal de enfermería cuando se le suman otros problemas en el momento de administrar el medicamento, como la ausencia de la jeringuilla adecuada.

Estas son las razones de valor social y humano que motivaron a investigar métodos científicos en la creación de una matemática aplicada para la búsqueda de soluciones que redunden en la calidad y eficiencia de los trabajadores de la salud, en su atención a lo máspreciado que tiene la humanidad: el hombre.

El contenido de cada capítulo se ha orientado de tal forma que justifique la vinculación existente entre las ciencias exactas (físico-químico-matemática) con las ciencias médicas.

1.1. Las ciencias matemáticas en la medicina

La ciencia que se ocupa del estudio de las magnitudes y cantidades es la matemática, en medicina la actividad o procedimiento más insignificante para

administrar un medicamento se acompaña de una expresión numérica, es decir, de una operación matemática.

1.2. La química con la medicina

La *química* es la ciencia que trata de la constitución íntima de las sustancias, los elementos y sus reacciones mutuas, de los fenómenos que resulta de la formación y descomposición de los compuestos.

Desde los tiempos más remotos las sustancias químicas se han utilizado en el tratamiento de las enfermedades.

Las sustancias que fueron usadas primeramente como drogas eran productos naturales como hojas, tallos y raíces de plantas.

Cuando los alquimistas descubrieron o fabricaron nuevas sustancias químicas, estas fueron ensayadas para ver si poseían actividad fisiológica y muchas fueron introducidas en la primitiva práctica médica.

El periodo moderno de la quimioterapia, o sea, el tratamiento de las enfermedades por el uso de sustancias químicas, comenzó con los tratamientos de Paul Ehrlich (1854-1915) que logró sintetizar en 1903 el Salvasan 606, compuesto arsenical, extraordinariamente valioso para curar la sífilis; pues es un producto tóxico (venenoso) para el *Treponema pallidum* y atóxico, relativamente, para el huésped.

Desde los tiempos de Ehrlich comenzó un progreso continuo en la producción de nuevos agentes quimioterápicos.

En la actualidad las enfermedades infecciosas, especialmente las provocadas por virus, las emergentes, así como las reemergentes, constituyen un peligro para la salud del hombre; reto que deben enfrentar los científicos con los agentes quimioterápicos, la medicina natural, la tradicional y otros, para lograr el bienestar de la humanidad en el siglo XXI.

Con todo el desarrollo científico que han alcanzado las ciencias médicas, la metodología para administrar los medicamentos está en la etapa primitiva, pues los métodos para medir y administrar las fármacos se transmiten de forma oral de un personal a otro, sin unificación de criterios ni el apoyo de un texto que sirva de guía de consulta.

1.3. La física con la medicina

La *física* como ciencia estudia estructuras y propiedades de las formas concretas de la materia, es decir, de las sustancias y campos, y la forma de existencia de la materia, el espacio y el tiempo.

Son múltiples los equipos físicos cuya utilización marcan el desarrollo de las ciencias médicas: el termómetro, el electrocardiógrafo, el microscopio, los rayos X, radioterapia, ultrasonido, osmómetro, esfímanómetro, entre otros.

Además, las leyes físicas de la mecánica con los principios de la termodinámica, rigen los fenómenos vitales, por lo que existe una gran dependencia de

las ciencias médicas con las *ciencias físico-químico-matemáticas*, no solo para dosificar, medir y administrar los medicamentos, sino que es imprescindible para su conocimiento, dominio y desarrollo.

1.4. Matemática aplicada a la medicina

La *matemática aplicada*, como ciencia de nuevo tipo, responde a la exigencia definitoria de las ciencias modernas, definida como ciencia que utiliza las leyes, propiedades y principios de las ciencias físico-químico-matemáticas para dar respuesta a los problemas que surgen de las indicaciones médicas, creando métodos y fórmulas que permitan administrar los medicamentos con honestidad, precisión y rapidez.

Toda ciencia tiene su vocabulario propio y específico, necesario para esclarecer los procesos que estudia. Son términos específicos como la forma de expresar las concentraciones de los medicamentos donde la masa de la disolución se da en mililitros y la masa del soluto en gramos, miligramos y unidades internacionales.

Las unidades internacionales son un concepto específico definido, por la Organización Mundial de la Salud y la Conferencia Internacional para la Unificación de Fórmulas de Medicamentos Potentes, como el peso específico de una vitamina, extracto de órgano, antibiótico, entre otros, explicando también la relación que existe entre los miligramos y la unidad internacional de insulina: actividad contenida en 1/22 mg de un estándar cristalino internacional.

Su objeto de estudio son los procesos biológicos del principio fundamental de los seres vivos (humanos) que es la *homeostasia*, que se define como la tendencia de los organismos a mantener en equilibrio su masa anatómica, composición química, metabolismo y niveles funcionales, mediante mecanismos especiales de regulación; así como la *idiosincrasia*, intolerancia primitiva constitucional de una persona frente a un alimento o medicamento.

El objetivo primordial que se ha seguido es el de lograr un documento que permita solucionar, de forma ágil, los problemas que surgen de las indicaciones que se les hacen a los pacientes, con la terapéutica medicamentosa para combatir su patología y al mismo tiempo demostrar como las leyes físico-químico-matemáticas permiten solucionar las situaciones que se presentan cuando se miden y administran los distintos fármacos.

Se ha tenido cuidado al tratar en cada capítulo una temática introductoria sobre las leyes, principios, fórmulas, y contenidos físico-químico-matemáticos que más se vinculan con la farmacotecnia (parte de la farmacología que estudia el modo de emplear los medicamentos), por lo que se relacionan conceptos muy importantes:

- *Farmacología*: suma de conocimientos relativos a los fármacos, hay grandes diferencias en la significación atribuida a este término: unos lo usan para designar el estudio de las materias medicamentosas naturales, haciéndolo,

por tanto, sinónimo de *farmacognosia*; otros para designar el estudio de las aplicaciones y dosis llamándose *farmacodinamia* a la parte de la farmacología que estudia la acción de los medicamentos en el organismo.

- *Farmacia*: ciencia que tiene por objeto reconocer y recoger las drogas simples y preparar medicamentos compuestos.
- *Química*: parte de la farmacia que se refiere a los medicamentos que son compuestos químicos bien definidos.
- *Farmacopea*: repertorio oficial de drogas usadas en medicina con su descripción, método de ensayo, identificación, valoración, determinación de impurezas y posología; incluye, además, la técnica de preparación de las fórmulas galénicas corrientes. En su mayoría, cada país tiene su propia farmacopea y los que no la poseen se rigen por la de otros países.
- *Droga o fármaco*: desde el punto de vista médico es toda sustancia que puede utilizarse para la curación, mitigación o prevención de las enfermedades del hombre y los animales. De esta manera el término es sinónimo de medicamento, según la definición que da el grupo científico de la Organización Mundial de la Salud.

La matemática aplicada se vincula con el proceso de atención de enfermería, por lo que teniendo en cuenta el liderazgo, estrategia y acciones que debe de tomar el personal que administra el medicamento, cuando debe valorar como actuar en los procedimientos cuya decisión no depende de la indicación médica; sino del diagnóstico de enfermería, en situaciones como la indicación médica en una perfusión se limita a ordenar que se administre determinado volumen de líquido a una velocidad tal, que queda regulada por el tiempo que se indica que debe durar, si cuando se calcula el goteo el resultado no es un número exacto, si no que da una fracción periódica mixta o periódica pura la aproximación por exceso o por defecto está en la decisión que toma el personal de enfermería sin tener que consultar con el médico, sino que se ajusta a partir del diagnóstico y valoración realizada del estado del paciente, por ejemplo, si está muy deshidratado el goteo se debe aproximar por exceso para que se le administre un mayor volumen de líquido; pero si el estado no es crítico se puede aproximar por defecto, pues no hay urgencia en su hidratación. Se ha procurado que quede resaltada la importancia que tiene el proceso de atención de enfermería para la estrategia a seguir cuando se administran los medicamentos.

1.5. Medicina homeopática y la matemática aplicada

La *homeopatía* (del griego *horneo*, semejante y *pathos*, enfermedad) es un sistema médico terapéutico ideado por el médico alemán Samuel Christian Friedrich Hahnemann (1755-1843), que se funda en estos principios:

- Ley de los semejantes *similia similibus curantur*: las enfermedades se curan por sustancias que provocan efectos semejantes a los síntomas de la enfermedad que se trata de combatir.

- Ley del dinamismo de las dosis infinitesimales: los fármacos provocan tanto más efectos cuanto más diluidos.
- Ley de la individualización del enfermo y el medicamento: incluye la teoría de la dinamización según la cual la trituration, repetida o dilución con agitación, aumenta enormemente el poder de un fármaco.

Teniendo en cuenta estos principios, especialmente, el de la ley del dinamismo y de las dosis infinitesimales, tendrán un tratamiento especial cuando se aborde la metodología para la administración de medicamentos por vía oral, en esta primera parte le damos suma importancia al estudio de la jeringuilla de 1 mL y a los distintos métodos aplicables para medir y administrar con precisión las sustancias por vía parenteral, independientemente que las jeringuillas de 1 mL estén graduadas con escalas diferentes.

1.6. La matemática aplicada como ciencia de nuevo tipo

Debe responder a las exigencias de las ciencias modernas, por lo que es de suma importancia que sepamos por qué es importante conocer la ciencia y qué es la ciencia y cómo surgió.

Ha sido muy beneficioso para poder enriquecer los conocimientos, las clases de Universidad para Todos y los contenidos del tabloide *Fundamentos de la ciencia moderna*, no se pretende reproducir todo su contenido, solo se utilizarán las expresiones que son necesarias para la comprensión de la matemática aplicada a las ciencias médicas.

Por supuesto, no se pretende que cada persona sea un experto en temas científicos; es tal la amplitud del patrimonio de la ciencia acumulado, que nadie en la actualidad puede conocerla por completo. Ni siquiera los físicos conocen toda la física ni los médicos la medicina, por eso, entre otras razones, es necesaria la especialización, lo que no contradice, en lo absoluto, tener conocimientos de naturaleza básica o elemental de diferentes disciplinas científicas. Se debe saber, al menos de manera elemental, cómo funciona y cuáles son las bases de muchos instrumentos que incorporamos a la actividad diaria.

En la actualidad se plantea que el recurso económico más valioso es el ser humano y esto es esencial para los cubanos, porque se hace realidad la reflexión martiana de que “se ha de conocer las fuerzas del mundo para ponerlas a trabajar [...]. El hombre ha de aprender a defenderse y a inventar”.

Cuando un pueblo adquiere una cultura científica se incrementa la capacidad de tomar decisiones de manera racional, mejora la calidad de la enseñanza, se asimilan con más posibilidad las tecnologías de avanzadas y se perfecciona la infraestructura en la que se sustenta el progreso de las tecnologías de punta, factores todos indispensables para el avance futuro del país.

¿Qué es la ciencia y cómo surgió? Es una pregunta difícil de responder en pocas palabras, pero todos tenemos algunas nociones al respecto. Se sabe que

su origen estuvo asociado a las necesidades surgidas en la actividad transformadora del entorno natural y social por el hombre, aunque a nivel individual puede plantearse que la ciencia nace de la curiosidad. En épocas remotas estas ansias de descubrimiento estuvo vinculado con sembrar y cultivar mejorar las cosechas, perfeccionar los instrumentos de caza, mejorar sus vestidos y explicar los sucesos naturales. El hombre al encontrar respuestas a estas interrogantes más o menos sencillas, se animó a plantearse problemas más complejos.

La ciencia es un conjunto de ideas sobre la naturaleza que permite describirla y, sobre todo hacer predicciones de lo que va a ocurrir. El parte meteorológico diario en la televisión es una predicción científica; el pronóstico de la evolución de una enfermedad, también lo es.

Los primeros avances de la ciencia se remontan a la antigua Grecia. Se obtuvieron resultados experimentales, pero usaban métodos especulativos en sus estudios teóricos. Trataban de responder las grandes preguntas que se formulaban, pensando en cómo debían ser las cosas y no experimentando para saber realmente como eran. La ciencia moderna nacida de ella es la síntesis suprema de la práctica, comprende todos los fenómenos de la realidad, proporciona un conocimiento verdadero de la esencia de los fenómenos y procesos que transcurren en la naturaleza y la sociedad.

La ciencia es el producto supremo de la razón humana, encarnando su fuerza y su poderío. Se ha logrado vencer enfermedades que diezmaban poblaciones enteras, en resumen:

- Sistema de conocimientos, conjunto de ideas sobre la naturaleza.
- Actividad transformadora del entorno natural.
- Síntesis suprema de la práctica.
- Pronóstico social y natural y su validez está en demostrar sus propias afirmaciones.
- Describir aspectos de la naturaleza.
- La capacidad de corregir sus propias conclusiones.

Capítulo 2

Métodos matemáticos para medir y administrar los medicamentos y la forma de utilizar las unidades y la jeringuilla de un mililitro

Cuando es posible medir y expresar en forma numérica la materia de que se habla, se sabe algo acerca de ella; nuestro saber será deficiente e insatisfactorio mientras no seamos capaces de traducirlo en números. En otro caso, y sea cual fuere el tema de que se trate, quizás nos hallemos en el umbral del conocimiento, pero nuestros conceptos apenas habrán alcanzado el nivel de ciencia.

LORD KELVIN (1824-1907)

La unidad para medir las cantidades continuas es arbitraria, es decir, ideada por el hombre, que no existe en la naturaleza. Debido a esto resulta que, por ejemplo, en un pueblo se tomó cierta longitud como unidad, se le llamó *vara*, en otro se tomó otra longitud distinta denominada *yarda* y se midieron las longitudes en yardas, igualmente sucedió para medir las otras magnitudes: superficie, volumen, peso, entre otras.

Además, en la práctica hay necesidad de medir cantidades, muchas mayores o menores que la unidad adoptada, si se midieran con dicha unidad resultarían muy grandes o muy pequeñas (fracciones). Tales números dificultarían los cálculos y hasta la comprensión de las cantidades medidas. Por esa razón, dentro de cada magnitud no solamente se usa su unidad principal, sino otras que contienen varias veces a la principal o que están contenidas varias veces en ella, a la primera se le llama *múltiplos* y a la segunda *submúltiplos*.

Con los múltiplos se miden las cantidades grandes y con los submúltiplos las cantidades pequeñas. Todas estas unidades distintas constituyen lo que se llama un sistema de medidas. Por tanto:

Sistema de medidas es todo conjunto de unidades destinadas a medir las distintas magnitudes.

Inconvenientes de los antiguos sistemas de medidas

Mientras los pueblos vivieron prácticamente aislados unos de otros, esa diversidad de sistemas no tenía gran importancia; pero a medida que se fueron relacionando más estrechamente eso traía muchas dificultades.

Si un comerciante de un país pedía 200 varas de tela, había que conocer la equivalencia de una unidad a otra y hacer la reducción para mandarle un número de yardas equivalentes a las varas pedidas.

Dentro de un mismo sistema de medidas, como las distintas unidades fueron creadas arbitrariamente, no había uniformidad en el número de veces que una unidad contenía a otra más pequeña de su misma magnitud, por ejemplo: una tonelada tiene 20 quintales, un quintal 4 arrobas, una arroba 25 libras. Había que recordar distintos números 20 (veinte), 4 (cuatro), 25 (veinticinco, que representan cuántas veces una unidad determinada contenía a la unidad inmediata inferior. Aparte de esta variedad en los números que establecieron las equivalencias, estos no eran los más cómodos para efectuar los cálculos necesarios.

Por último esas unidades no estaban determinadas con exactitud, no existía lo que se llama unidad tipo, es decir, algún objeto bien construido en el que estuvieran determinadas, exactamente, la unidad de que se trataba, por ejemplo: el tipo de la vara o la vara tipo sería un objeto, supongamos una regla, que tuviese una vara de longitud entre los dos extremos o entre dos señales hechas en ellas. La libra tipo sería un objeto que pesara exactamente una libra.

En otros casos, aunque existía el tipo, este no era lo suficientemente exacto, y con el avance de la civilización se iba necesitando cada vez mayor precisión en las medidas y había que buscar la manera de alcanzar esa precisión. Estos tipos, cuando existían, estaban bien guardados, al cuidado de los gobiernos respectivos, pero siempre había la posibilidad de que pudieran desaparecer y como era una unidad tomada al azar, no había modo entonces de reconstruirla exactamente.

En resumen, estos sistemas presentaban tres grandes inconvenientes:

1. Distintos sistemas en los diferentes pueblos.
2. Números distintos e incómodos para los múltiplos y submúltiplos.
3. Unidades arbitrarias no existentes en la naturaleza.

Para evitar esos inconvenientes se necesitaba de un sistema de medidas que reuniera algunas condiciones:

1. Que fuera universal, es decir, utilizada por todas las naciones.
2. Que la relación entre los múltiplos y submúltiplos fuera fácil de recordar (uniforme) y cómoda para calcular.
3. Que la unidad estuviera en la naturaleza.

Ninguno de los sistemas existentes cumplía las dos últimas condiciones, para que pudieran ser aceptados por las demás naciones y cumplir así la primera condición.

Además, era difícil que el sistema de una nación fuera aceptado por las otras, pues, hacía falta un sistema nuevo que fuera mejor que todos los existentes.

Teniendo en cuenta todo esto surgió después de la Revolución Francesa (1789), el Sistema Métrico Decimal, que fue adoptado en la 11 Conferencia General de Pesas y Medidas (1960) como Sistema Internacional de Unidades.

Para poder comprobar en cualquier momento la unidad tipo, y poderla reconstruir en caso necesario, se buscó una unidad que estuviera en la naturaleza. Para ello se midió un arco (una parte) de un meridiano terrestre y se calculó matemáticamente, partiendo de esa medida, la longitud de su cuarta parte (un cuadrante), o sea, la parte comprendida entre el polo y el ecuador. Considerando la longitud de ese cuadrante dividida en 10 000 000 de partes iguales, se le llamó metro, que quiere decir medida, a cada una de esas partes.

Esta medida se tomó como unidad fundamental del sistema y de él se derivaron las demás. Por eso se definió el metro como la diezmillonésima parte de un meridiano terrestre.

El físico francés Borda construyó una regla especial de platino iridiado con dos marcas separadas por una distancia igual a lo que se considera como metro prototipo o prototipo internacional que está depositado en la Oficina de Pesas y Medidas de Sèvres, cerca de París, Francia. Como las medidas no son absolutamente exactas, después se calculó otra vez el meridiano terrestre y se encontró que un cuadrante de meridiano tiene algo más de 10 000 000 de metros, por eso actualmente el metro se define de otra manera.

Definición moderna del metro

El metro patrón se compara con la longitud de onda de un color particular de la luz emitida por el vapor del cadmio de una descarga eléctrica.

Históricamente el proceso de medir en la humanidad ha transitado por diferentes inconvenientes en las distintas etapas, lo que actualmente en medicina se mantiene debido a las grandes dificultades a la hora de cumplir las indicaciones médicas para dosificar y administrar los medicamentos.

Se resuelve una de las mayores dificultades que es el conocimiento y manejo de la jeringuilla de 1 mL por la importancia que tiene en la vacunación, administración de insulina y terapéutica medicamentosa infantil y geriátrica.

El proceso de medir una magnitud para los medicamentos consiste en encontrar la relación que existe entre su valor y el de alguna unidad de tal magnitud.

Cuando se observa la longitud que ocupa el volumen de un medicamento, medido en una jeringuilla de 1 mL que tiene 100 cent, se dice que es una décima, es decir, que esta longitud es diez veces mayor que una centésima, cantidad que varía de acuerdo con el tipo de jeringuilla de 1 mL que tienen diferentes escalas, es decir, de 80 cent, 40 cent y 20 cent, en un 1 mL.

Sin embargo, basta la elección de tres magnitudes adecuadamente seleccionadas por la matemática aplicada a las ciencias médicas para que se pueda dosificar correctamente los medicamentos: longitud, masa y volumen. La combinación de estas tres aplicándolas al Sistema Internacional de Unidades permite darle solución a las situaciones problemáticas que se presentan en la dosificación y administración de los medicamentos.

En medicina para medir la cantidad de sustancia que se administra por vía parenteral (subcutánea, intradérmica, intramuscular o endovenosa) se usan las jeringuillas de diferentes graduaciones, pero la que mayor dificultad ofrece para la dosificación de los medicamentos potentes que se administran en pequeñas dosis y que exige gran precisión es la jeringuilla de 1 mL, debido a que hay varios tipos con diferentes escalas, por lo que es de suma importancia tener buen dominio del concepto de medir para evitar cometer errores que en determinadas circunstancias podrían costar la vida al paciente.

Medir una cantidad es averiguar cuantas veces contiene otra cantidad determinada de su misma magnitud, esta cantidad determinada se le llama *unidad de medida*.

La unidad de medida es la cantidad definida que sirve para medir las demás cantidades de su misma magnitud.

Es importante no confundir la unidad de medida con las *unidades internacionales* y la *unidad de insulina*.

En farmacología se expresan el peso o la masa de las sustancias que componen los medicamentos atendiendo a su concentración que se define con esta expresión:

$$C = \frac{ms \text{ (g, mg, u)}}{md \text{ (mL)}}$$

Donde:

C: concentración.

ms: masa del soluto (g, mg, u).

md: masa de la disolución en mililitros.

g: gramos, unidad ponderal del sistema métrico decimal equivalente al peso de un centímetro cúbico de agua destilada a la temperatura de 4 °C.

mg: miligramos, milésima parte del gramo.

u: unidad internacional, definida y adoptada por la Conferencia Internacional para la Unificación de Fórmulas para Medicamentos Potentes (Braier, 1955), se define como el peso específico de una vitamina, extracto de órgano o antibiótico, como tipo de referencia adoptado por la Organización Mundial de la Salud. (*Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas*, 1984), por ejemplo: vitamina, la vitamina A; antibiótico, la penicilina ; y extracto de órgano, la insulina.

La *unidad de insulina* es la actividad contenida en $1/22 \text{ mg} = 0,045 \text{ mg} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ mg} = 45 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ de un estándar cristalino internacional (Braier, 1955).

Se han mencionado las expresiones fundamentales que definen el peso o la masa de la sustancia, también se utiliza el microgramo que es igual a la milonésima parte de un gramo.

$$1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g} = 10^{-3} \text{ mg}$$

2.1. Estudio de la jeringuilla de 1 mL

La característica de la jeringuilla de 1 mL está definida por la analogía y diferencias entre ellas.

<i>Analogías</i>	<i>Diferencias</i>
Todas tienen 1 mL	Diferentes escalas
Todas poseen 10 dc	Distintas cantidades de centésimas o rayas por décimas

Existen diferentes tipos de jeringuillas de 1 mL atendiendo a su graduación o escala. En medicina se utilizan para expresar la unidad de volumen $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cc}$, y con la jeringuilla de 1 mL, además de estas expresiones, se utiliza la décima como medida de capacidad inferior al mililitro y la centésima o raya a la capacidad contenida dentro de las décimas.

En ocasiones se le denomina incorrectamente a la centésima con el término de *unidad* (u), debido a que los laboratorios farmacéuticos proporcionan jeringuillas de 1 mL con diferentes presentaciones, que responden su estructura a la concentración del medicamento, como, por ejemplo, en la insulina:

$$J_{100} = 1 \text{ mL} = 100 \text{ u}$$

$$J_{80} = 1 \text{ mL} = 80 \text{ u}$$

$$J_{40} = 1 \text{ mL} = 40 \text{ u}$$

$$J_{20} = 1 \text{ mL} = 20 \text{ u}$$

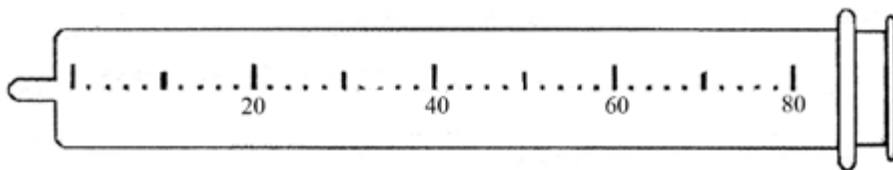
Esta expresión de 1 mL igual a un determinado número de unidades significa que cuando se mide, por ejemplo, 1 mL de U80 se está administrando 80 unidades de peso o masa de la sustancia en un volumen de 1 mL, por lo tanto, si la jeringuilla seleccionada es la específica a esa concentración, es decir, la de J_{80} , tendrá 80 divisiones igual a 80 cent o rayas, donde cada vez que se marque en la jeringuilla una centésima o raya el volumen de líquido contenido es igual a una unidad del peso de la sustancia, por lo tanto, es incorrecto llamarle unidad a la centésima o raya, pues se entra en contradicción con el Sistema Internacional de Unidades que define para la medida de longitud:

$$1,0 = 1 \text{ entero} = 1 \text{ mL}$$

$$0,1 = 1 \text{ décima de mililitro}$$

$$0,01 = 1 \text{ centésima de mililitro}$$

Existen jeringuillas de J_{80} que expresan que $1 \text{ mL} = 80 \text{ u}$ y cuando se cuentan las centésimas o rayas totales que tiene no posee 80 sino 40, por lo tanto, si se mide una centésima o raya, le corresponde dos unidades del peso o masa de la sustancia si se toma de un frasco de 80 unidades.



1 mL = 80 unidades

2.2. Fórmula para obtener la cantidad de centésimas por décimas atendiendo a la escala de la jeringuilla

La jeringuilla de 1 mL tiene diferentes escalas en correspondencia con el número de divisiones, centésimas o rayas contenida en 1 mL, pero todas tienen 10 dc, cantidad constante que no depende de las rayas o divisiones totales; lo que varía es el número de centésimas o rayas por décimas que depende del total de divisiones que hay en 1 mL. Por ejemplo:

Si seleccionamos J_{100} (tuberculina), para calcular cuantas divisiones tiene por décimas, se divide el total de divisiones entre 10 que es el número de décimas contenidas en 1 mL.

$$J_{100} = 100 \text{ divisiones en 1 mL.}$$

$$1 \text{ mL} = 10 \text{ dc de donde } 1 \text{ dc} = 100/10 = 10 \text{ cent/dc} = 10 \text{ r}$$

Esta operatoria es válida para cualquier jeringuilla de 1 mL, por lo que podemos plantear una *fórmula general* para el cálculo del número de divisiones, centésimas o rayas por décima.

$$1 \text{ dc} = J_x/k$$

Donde:

J: jeringuilla.

x: variable dependiente que tomarán los valores atendiendo a la escala.

k: 10 dc, valor constante que representa el número de décimas contenidas en la jeringuilla de 1 mL.

Ejemplos:

$$J_{100} \{x = 100, k = 10\} \quad 1 \text{ dc} = J_x/K = J_{100}/10 = 10 \text{ cent/dc} \Rightarrow 1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$J_{80} \{x = 80, k = 10\} \quad 1 \text{ dc} = J_x/K = J_{80}/10 = 8 \text{ cent/dc} \Rightarrow 1 \text{ dc} = 8 \text{ r}$$

$$J_{40} \{x = 40, k = 10\} \quad 1 \text{ dc} = J_x/k = J_{40}/10 = 4 \text{ cent / dc} \Rightarrow 1 \text{ dc} = 4 \text{ r}$$

$$J_{20} \{x = 2, k = 10\} \quad 1 \text{ dc} = J_x/k = J_{20}/10 = 2 \text{ cent/dc} \Rightarrow 1 \text{ dc} = 2 \text{ r}$$

2.3. Relación entre los distintos tipos de jeringuilla de 1 mL

Entre dos jeringuillas de 1 mL existen una correspondencia biunívoca, relación que permite administrar los medicamentos con cualquier tipo de jeringuilla

de 1 mL, siempre que se sepa la cantidad a medir en una de ellas, podemos utilizar otra a partir de que se multiplique por el número que responda a la relación que existe entre ambas el cual se llama *factor de conversión* que permite conocer la cantidad de rayas o divisiones que se utilizarían usando la jeringuilla con otra escala diferente.

La solución se obtiene a partir de identificar que entre dos jeringuillas existen dos relaciones directas e inversas, es decir, si se sabe que la cantidad a administrar en la J_{100} y la que se posee es la de J_{80} se obtiene la expresión:

$$\begin{array}{ccc} J_{100} & J_{80} & 80/100 = 0,8 \\ J_{80} & J_{100} & 100/80 = 1,25 \end{array}$$

Cuando se conoce la cantidad a administrar para una jeringuilla de mayor número de divisiones y se quiere ir a la de menor se multiplica por 0,8, y si se está en la menor y se desea ir a la mayor se multiplica por 1,25, esto permite definir el factor de conversión:

$$J_x/J_y = J_y/J_x$$

Donde x e y son las variables dependientes o independientes que responderán a la escala de las jeringuillas que se desean relacionar.

Aplicando la fórmula al caso anterior tenemos:

$$J_{80} \longrightarrow J_{100} \longrightarrow J_y \longrightarrow J_x \longrightarrow J_x/J_y$$

$$x = 100 \quad y = 80$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{80} = 100/80 = 1,25$$

En este caso x es la variable dependiente y y la independiente, esto quiere decir que la indicación está dada para la jeringuilla J_{80} , es decir 80 cent o 80 r por 1 mL, pero no es la que hay en al reserva de jeringuillas, sino la J_{100} , por lo tanto, debemos multiplicar la cantidad indicada por 1,25 que dará como resultado mayor número de rayas a medir; pues por cada una raya de J_{80} tomamos 1 1/4 de raya o 1,25 de J_{100} .

$$J_{100} \longrightarrow J_{80} \longrightarrow J_x \longrightarrow J_y \longrightarrow J_y/J_x$$

$$x = 100 \quad y = 80$$

$$J_y/J_x = J_{80}/J_{100} = 80/100 = 0,8$$

En este caso es a la inversa y es la variable dependiente y x la independiente, la indicación está dada para administrar con la J_{100} , es decir, 100 cent o 100 r por 1 mL, pero no la que hay en al reserva de jeringuillas es la de J_{80} , el factor a seleccionar es el 0,8 para realizar la multiplicación, ya que hay que ir de la jeringuilla de mayor división a la de menor.

Se debe recordar que las variables se comportan como dependientes o independientes en correspondencia con la información que se posea, pero siempre la dependiente estará en el numerador y la independiente en el denominador.

2.4. Aplicación del factor de conversión para distintos tipos de jeringuillas

Relación de las jeringuillas J_{100} y J_{40}

$$J_{40} \longrightarrow J_{100} \longrightarrow J_y \longrightarrow J_x$$

$$J_{100} \longrightarrow J_{40} \longrightarrow J_x \longrightarrow J_y$$

$$x = 100 \quad y = 40$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{40} = 2,5 = 2 \frac{1}{2}$$

$$J_y/J_x = J_{40}/J_{100} = 0,4$$

Relación de las jeringuillas J_{100} y J_{20}

$$J_{20} \longrightarrow J_{100} \longrightarrow J_y \longrightarrow J_x$$

$$J_{100} \longrightarrow J_{20} \longrightarrow J_x \longrightarrow J_y$$

$$x = 100 \quad y = 20$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{20} = 100/20 = 5$$

$$J_y/J_x = J_{20}/J_{100} = 20/100 = 0,2$$

Relación de las jeringuillas J_{100} y J_{20}

$$J_{40} \longrightarrow J_{80} \longrightarrow J_y \longrightarrow J_x$$

$$J_{80} \longrightarrow J_{40} \longrightarrow J_x \longrightarrow J_y$$

$$x = 80 \quad y = 40$$

$$J_x/J_y = J_{80}/J_{40} = 80/40 = 2$$

$$J_y/J_x = J_{40}/J_{80} = 40/80 = 0,5 = 1/2$$

El factor de conversión se obtiene por la correspondencia biunívoca que permite simultanear dos objetos entre sí, que da como solución final dos expresiones numéricas, directa e inversa adimensional.

2.5. Métodos para dar cumplimiento a una indicación médica

Al paciente de la cama 18, JCF, después de revisar su historia clínica se le indican 0,35 mL de la sustancia F. ¿Cuántas décimas se le administran?

La solución se dará utilizando diferentes métodos.

2.5.1. Método del producto

Se utiliza la fórmula:

$$N = V \cdot k$$

Donde:

N: total de décimas.

k: 10 dc/mL.

V: volumen total en 1 mL.

<i>Datos</i>	<i>Fórmula</i>
N = ?	$N = V \cdot k$
V = 0,35 mL	$N = 0,35 \text{ mL} \cdot 10 \text{ dc/mL}$
k = 10 dc/mL	$N = 3,5 \text{ dc}$

Respuesta: Se le administran al paciente 3,5 dc.

2.5.2. Método de las proporciones

<i>Datos</i>	
Xdc = ?	1 mL ————— 10 dc
V = 0,35 mL	0,35 mL ——— Xdc
	$Xdc = 0,35 \text{ mL} \cdot 10 \text{ dc} / 1 \text{ mL} = 3,5 \text{ dc}$

Respuesta: Se le administran al paciente 3,5 dc.

2.5.3. Método de la sumatoria

Este método facilita el desarrollo de habilidades en la utilización de las fracciones y los decimales.

Al paciente de la cama 18, JCF, después de revisar su historia clínica se le indican 0,35 mL de la sustancia F. ¿Cuántas centésimas o rayas se carga con las jeringuillas J₈₀, J₁₀₀, J₄₀ y J₂₀?

$$T_{\text{cent}} = A_1 + A_2 \quad A = J_x / k$$

Donde:

A: número de centésimas en 1 dc.

N: total de décimas a administrar.

J_x: número de centésimas en 1 mL.

k: 10 dc/mL.

T_{cent}: total de centésimas o rayas en 1 mL.

$$0,35 \text{ mL} = 3,5 \text{ dc.}$$

Para la jeringuilla J₈₀

<i>Datos</i>	<i>Solución</i>
J _x = 80 cent/mL	$A = J_x / k = 80 / 10 = 8 \text{ cent/dc} = 8 \text{ r}$
k = 10 dc/mL	$A = 1 \text{ dc} = 8 \text{ r}$
A = ?	
T _{cent} = ?	$T_{\text{cent}} = A_1 + A_2$
N = 3,5 dc	1 dc = 8 r
	T _{cent} = 1 dc = 8 r
	1 dc = 8 r
	0,5 dc = 4 r
	3,5 dc = 28 cent = 28 r
	T _{cent} = 3,5 dc = 28 cent = 28 r

Para obtener el número de rayas (r) contenida en la fracción, se multiplica por él número de centésimas o rayas que hay en la décima de acuerdo con la escala de la jeringuilla, por ejemplo $1/2 \cdot 8 \text{ r} = 8 \text{ r}/2 = 4 \text{ r}$.

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{80} al paciente se le ponen 28 rayas.

Para la jeringuilla J_{100}

Datos

$$J_x = 100 \text{ cent/mL}$$

$$k = 10 \text{ dc/mL}$$

$$A = ?$$

$$T_{\text{cent}} = ?$$

$$N = 3 \text{ } 1/2 \text{ dc}$$

Fórmula

$$A = J_x/k = 100/10 = 10 \text{ cent/dc} = 10 \text{ r}$$

$$A = 1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = A_1 + A_2$$

$$1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$0,5 \text{ dc} = 5 \text{ r}$$

$$3,5 \text{ dc} = 35 \text{ cent} = 35 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 3,5 \text{ dc} = 35 \text{ cent} = 35 \text{ r}$$

Para obtener el número de rayas (r) contenida en la fracción, se multiplica por él número de centésimas o rayas que hay en la décima de acuerdo con la escala de la jeringuilla, por ejemplo $1/2 \cdot 10 \text{ r} = 10 \text{ r}/2 = 5 \text{ r}$.

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{100} al paciente se le ponen 35 rayas.

Para la jeringuilla J_{40}

Datos

$$J_x = 40 \text{ cent/mL}$$

$$k = 10 \text{ dc/mL}$$

$$A = ?$$

$$T_{\text{cent}} = ?$$

$$N = 3,5 \text{ dc}$$

Fórmula

$$A = J_x/k = 40/10 = 4 \text{ cent/dc} = 4 \text{ r}$$

$$A = 1 \text{ dc} = 4 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = A_1 + A_2$$

$$1 \text{ dc} = 4 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 1 \text{ dc} = 4 \text{ r}$$

$$1 \text{ dc} = 4 \text{ r}$$

$$0,5 \text{ dc} = 2 \text{ r}$$

$$3,5 \text{ dc} = 14 \text{ cent} = 14 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 3,5 \text{ dc} = 14 \text{ cent} = 14 \text{ r}$$

Para obtener el número de rayas (r) contenida en la fracción, se multiplica por él número de centésimas o rayas que hay en la décima de acuerdo con la escala de la jeringuilla, por ejemplo $1/2 \cdot 4 \text{ r} = 4 \text{ r}/2 = 2 \text{ r}$.

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{100} al paciente se le ponen 14 rayas.

Para la jeringuilla J_{20}

Datos

$$J_x = 20 \text{ cent/mL}$$

$$k = 10 \text{ dc/mL}$$

$$A = ?$$

$$T_{\text{cent}} = ?$$

$$N = 3,5 \text{ dc}$$

Fórmula

$$A = J_x/k = 20/10 = 2 \text{ cent/dc} = 2 \text{ r}$$

$$A = 1 \text{ dc} = 2 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = A_1 + A_2$$

$$1 \text{ dc} = 2 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 1 \text{ dc} = 2 \text{ r}$$

$$1 \text{ dc} = 2 \text{ r}$$

$$0,5 \text{ dc} = 1 \text{ r}$$

$$3,5 \text{ dc} = 7 \text{ cent} = 7 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 3,5 \text{ dc} = 3 \frac{1}{2} \text{ dc} = 7 \text{ cent} = 7 \text{ r}$$

Para obtener el número de rayas (r) contenida en la fracción, se multiplica por el número de centésimas o rayas que hay en la décima de acuerdo con la escala de la jeringuilla, por ejemplo $1/2 \cdot 7 \text{ r} = 7 \text{ r}/2 = 3,5 \text{ r} = 3 \frac{1}{2} \text{ r}$.

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{20} al paciente se le ponen 7 rayas.

Nota: La forma de obtener el resultado de la fracción es válida para cualquier tipo de jeringuilla.

2.5.4. Método corto (aplicando producto) para obtener centésimas

Al paciente de la cama 18, JCF, después de revisar su historia clínica se le indican 0,35 mL de la sustancia F. ¿Cuántas centésimas o rayas se carga con las jeringuillas J_{80} , J_{100} , J_{40} y J_{20} ?

Fórmula

$$T_{\text{cent}} = A \cdot N$$

Donde:

A: número de centésima o rayas por décimas.

N: total de décimas a administrar.

J: cantidad de centésimas en 1 mL.

k= 10 dc/mL.

Tcent: total de centésimas en 1 mL.

Para la jeringuilla J_{100}

Datos

$$T_{\text{cent}} = ?$$

$$N = 3,5 \text{ dc}$$

$$k = 10 \text{ dc/mL}$$

$$J_x = 100 \text{ cent/mL}$$

$$A = ?$$

Fórmula

$$A = J_x/k = 100/10 = 10 \text{ cent/dc} = 10 \text{ r}$$

$$A = 1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = A \cdot N = 10 \cdot 3,5 = 35 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{100} al paciente se le ponen 35 rayas.

Para la jeringuilla J_{80}

Datos

Fórmula

$T_{cent} = ?$

$$A = J_x/k = 80/10 = 8 \text{ cent/dc} = 8 \text{ r}$$

$N = 3,5 \text{ dc}$

$$A = 1 \text{ dc} = 8 \text{ r}$$

$k = 10 \text{ dc/mL}$

$J_x = 80 \text{ cent/mL}$

$$T_{cent} = A \cdot N = 8 \cdot 3,5 = 28 \text{ r}$$

$A = ?$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{80} al paciente se le ponen 28 rayas.

Para la jeringuilla J_{40}

Datos

Fórmula

$T_{cent} = ?$

$$A = J_x/K = 40/10 = 4 \text{ cent/dc} = 4 \text{ r}$$

$N = 3,5 \text{ dc}$

$$A = 1 \text{ dc} = 4 \text{ r}$$

$k = 10 \text{ dc/mL}$

$J_x = 40 \text{ cent/mL}$

$$T_{cent} = A \cdot N = 4 \cdot 3,5 = 14 \text{ r}$$

$A = ?$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{40} al paciente se le ponen 14 rayas.

Para la jeringuilla J_{20}

Datos

Fórmula

$T_{cent} = ?$

$$A = J_x/k = 20/10 = 2 \text{ cent/dec} = 2 \text{ r}$$

$N = 3,5 \text{ dc}$

$$A = 1 \text{ dc} = 2 \text{ r}$$

$k = 10 \text{ dc/mL}$

$J_x = 20 \text{ cent/mL}$

$$T_{cent} = A \cdot N = 2 \cdot 3,5 = 7 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{20} al paciente se le ponen 7 rayas.

2.5.5. Método de factor de conversión combinado con sumatoria

Para la aplicación de este método es necesario que la indicación de la cantidad de décimas o de mililitros esté referida para una jeringuilla en particular.

Al paciente de la cama 18, JCF, después de revisar su historia clínica se le indican 0,35 mL de la sustancia F. ¿Cuántas centésimas o rayas se carga con las jeringuillas J_{100} , J_{80} , J_{40} y J_{20} ?

Para la jeringuilla J_{100}

Datos

$$J_x = 100 \text{ cent/mL}$$

$$k = 10 \text{ dc/mL}$$

$$N = 3,5 \text{ dc}$$

$$A = ?$$

$$T_{\text{cent}} = ?$$

Fórmula

$$A = J_x/k = 100/10 = 10 \text{ cent/dc} = 10 \text{ r}$$

$$A = 1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = A_1 + A_2$$

$$1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$1 \text{ dc} = 10 \text{ r}$$

$$0,5 \text{ dc} = 5 \text{ r}$$

$$3,5 \text{ dc} = 35 \text{ cent} = 35 \text{ r}$$

$$T_{\text{cent}} = 3,5 \text{ dc} = 35 \text{ cent} = 35 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc de la jeringuilla de J_{100} al paciente se le ponen 35 rayas.

Para la jeringuilla J_{80}

Aplicando factor de conversión.

Datos

$$x = 100$$

$$y = 80$$

$$J_{100} \longrightarrow J_{80} \longrightarrow J_x \longrightarrow J_y$$

$$J_{80} \longrightarrow J_{100} \longrightarrow J_y \longrightarrow J_x$$

$$J_y/J_x = J_{80}/J_{100} = 80/100 = 0,8$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{80} = 100/80 = 1,25$$

Con la jeringuilla J_{100} se administraba 35 centésimas o 35 rayas, se debe seleccionar el factor 0,8 para realizar la multiplicación, pues se va de la jeringuilla de mayor número de centésimas a la de menor número:

$$\text{Para } J_{80} = 35 \cdot 0,8 = 28 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc con la jeringuilla J_{80} al paciente se le ponen 28 rayas.

Para la jeringuilla J_{40}

Aplicando factor de conversión.

Datos

$$x = 100$$

$$y = 40$$

$$J_{100} \longrightarrow J_{40} \longrightarrow J_x \longrightarrow J_y$$

$$J_{40} \longrightarrow J_{100} \longrightarrow J_y \longrightarrow J_x$$

$$J_y/J_x = J_{40}/J_{100} = 40/100 = 0,4$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{40} = 100/40 = 2,5$$

Con la jeringuilla de J_{100} se administran 35 r para ir a la jeringuilla de J_{40} debemos de tomar como factor de conversión el 0,4 para realizar la multiplicación, pues se va de la jeringuilla de mayor número de centésimas a la de menor número:

$$\text{Para } J_{40} = 35 \cdot 0,4 = 14 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc con la jeringuilla J_{40} al paciente se le ponen 14 rayas.

Para la jeringuilla J_{20}

Aplicando factor de conversión.

Datos

$$x = 100$$

$$y = 20$$

$$J_{100} \longrightarrow J_{20} \longrightarrow J_x \longrightarrow J_y$$

$$J_{20} \longrightarrow J_{100} \longrightarrow J_y \longrightarrow J_x$$

$$J_y/J_x = J_{20}/J_{100} = 20/100 = 0,2$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{20} = 100/20 = 5$$

Con la jeringuilla de J_{100} se administran 35 r para ir a la jeringuilla de J_{20} , se debe de tomar como factor de conversión el 0,2 para realizar la multiplicación, pues se va de la jeringuilla de mayor número de centésimas a la de menor número:

$$\text{Para } J_{20} = 35 \cdot 0,2 = 7 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 3,5 dc con la jeringuilla J_{20} al paciente se le ponen 7 rayas.

El método del factor de conversión no es útil para este tipo de problema, pues para obtener la solución hay que combinarlo con otro método.

El método corto facilita la rápida solución de la problemática y el dominio de ambos métodos (sumatoria y corto), desarrolla el cálculo mental.

2.5.6. Método factor de conversión puro

En la historia clínica de la paciente de la cama 15, MCP, se le indican 0,2 mL = 20 cent = 20 rayas con la jeringuilla J_{100} , pero en la reserva de de jeringuillas no se posee la de J_{100} , sino J_{80} , J_{40} y J_{20} . ¿Cuántas centésimas o rayas se administran con cada una de ellas?

Para la jeringuilla J_{80}

Se aplica factor de conversión entre J_{100} y J_{80} .

$$J_y/J_x = J_{80}/J_{100} = 80/100 = 0,8$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{80} = 100/80 = 1,25$$

Con la jeringuilla J_{100} se administraban 20 cent o 20 r, se debe seleccionar el factor 0,8 para realizar la multiplicación, pues se va de la jeringuilla de mayor número de centésimas a la de menor número:

$$\text{Para } J_{80} = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 0,2 cent con la jeringuilla J_{80} al paciente se le ponen 16 rayas.

Para la jeringuilla J_{40}

Se aplica factor de conversión entre J_{100} y J_{40} .

$$J_y/J_x = J_{40}/J_{100} = 40/100 = 0,4$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{40} = 100/40 = 2,5$$

Con la jeringuilla J_{100} se administraban 20 cent o 20 r, debemos seleccionar el factor 0,4 para realizar la multiplicación, pues se va de la jeringuilla de mayor número de centésimas a la de menor número:

$$\text{Para } J_{40} = 20 \cdot 0,4 = 8 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 0,2 cent con la jeringuilla J_{40} al paciente se le ponen 8 rayas.

Para la jeringuilla J_{20}

Se aplica factor de conversión entre J_{100} y J_{20} .

$$J_y/J_x = J_{20}/J_{100} = 20/100 = 0,2$$

$$J_x/J_y = J_{100}/J_{20} = 100/20 = 5$$

Con la jeringuilla J_{100} se administraban 20 cent o 20 r, se debe seleccionar el factor 0,2 para realizar la multiplicación, pues se va de la jeringuilla de mayor número de centésimas a la de menor número:

$$\text{Para } J_{20} = 20 \cdot 0,2 = 4 \text{ r}$$

Respuesta: Para administrar 0,2 cent con la jeringuilla J_{20} al paciente se le ponen 4 rayas.

2.5.7. Método corto

Para la solución con este método no es necesario utilizar fórmulas, solo hay que tener en cuenta si la indicación está expresada en décimas o mililitros.

Al paciente de la cama 18, JCF, después de revisar su historia clínica se le indican 0,35 mL de la sustancia F. ¿Cuántas centésimas o rayas se carga con las jeringuillas J_{80} , J_{100} , J_{40} y J_{20} ?

Si se utiliza la expresión administrar 0,35 mL para las distintas jeringuillas se multiplica por el total de rayas o centésimas contenidas en el mililitro.

$$J_{100} = 1 \text{ mL} = 100 \text{ cent} = 0,35 \text{ mL} \cdot 100 \text{ cent/mL} = 35 \text{ cent} = 35 \text{ r}$$

$$J_{80} = 1 \text{ mL} = 80 \text{ cent} = 0,35 \text{ mL} \cdot 80 \text{ cent/mL} = 28 \text{ cent} = 28 \text{ r}$$

$$J_{40} = 1 \text{ mL} = 40 \text{ cent} = 0,35 \text{ mL} \cdot 40 \text{ cent/mL} = 14 \text{ cent} = 14 \text{ r}$$

$$J_{20} = 1 \text{ mL} = 20 \text{ cents} = 0,35 \text{ mL} \cdot 20 \text{ cent/mL} = 7 \text{ cent} = 7 \text{ r}$$

El cálculo se realiza con mayor rapidez si expresamos los mililitros en décimas, donde solo hay que hacer la lectura del decimal, teniendo en cuenta el Sistema Internacional de Unidades; 0,35 mL es lo mismo que 3,5 dc, por lo tanto, para las distintas jeringuillas se multiplica por la cantidad de centésimas o rayas que hay en una décima.

$$J_{100} = 1 \text{ mL} = 10 \text{ cent} = 0,35 \text{ mL} = 3,5 \text{ dc} \cdot 10 \text{ cent} = 35 \text{ cent} = 35 \text{ r}$$

$$J_{80} = 1 \text{ mL} = 8 \text{ cent} = 0,35 \text{ mL} = 3,5 \text{ dc} \cdot 8 \text{ cent} = 28 \text{ cent} = 28 \text{ r}$$

$$J_{40} = 1 \text{ mL} = 4 \text{ cent} = 0,35 \text{ mL} = 3,5 \text{ dc} \cdot 4 \text{ cent} = 14 \text{ cent} = 14 \text{ r}$$

$$J_{20} = 1 \text{ mL} = 2 \text{ cent} = 0,35 \text{ mL} = 3,5 \text{ dc} \cdot 2 \text{ cent} = 7 \text{ cent} = 7 \text{ r}$$

2.5.8. Método FAYRA general descendente

Este método permite la administración rápida y fácil de los medicamentos donde la dosis que se debe poner al paciente, según la indicación médica, están contenidas en un volumen menor que 1 mL, y a su vez permite que se pueda transitar por todas las jeringuillas de 1 mL independientemente que tengan diferentes escalas, manteniendo el mismo volumen de líquido a administrar en correspondencia con la cantidad de décimas indicadas, lo que varía serían las centésimas o la graduación de la jeringuilla.

A medida que se realiza una buena ejercitación del método, se va logrando un dominio que facilita la solución y el uso del cálculo mental, demostrando así la efectividad de su significado FA (fácil) y RA (rápido).

El método lo explicamos con el análisis y solución de un ejemplo.

En la historia clínica de la paciente de cama 15, MCP, se toma la indicación de administrar 0,2 mL = 20 cent con la jeringuilla J_{100} , pero en la reserva de jeringuillas no se posee la de J_{100} sino la de J_{80} , J_{40} y J_{20} . ¿Cuántas centésimas o rayas se administran en cada una de ellas?

Lo primero que se debe hacer es la lectura del decimal:

Administrar 0,2 mL = 2 dc

Para explicar el método FAYRA general descendente, se toma como jeringuilla patrón la J_{100} y se desciende de 10 en 10 hasta J_{10} utilizando el sistema métrico decimal. En la explicación se van a utilizar jeringuillas hipotéticas J_{90} , J_{70} , J_{60} , que los laboratorios no han fabricado, pero que no descartamos la posibilidad de que en cualquier momento sean creadas.

Aplicando el método FAYRA descendente, se utiliza la lectura del decimal 0,2 mL = 2dc que es la cantidad que se debe administrar según la indicación médica, donde 2 dc sirven como número de referencia para restarle en orden descendente a la cantidad de centésimas o rayas a partir de la jeringuilla patrón, o para multiplicar las 2 dc por la cantidad de centésimas que tenga la jeringuilla seleccionada según su escala:

$$\begin{aligned} \Rightarrow J_{100} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 20 \text{ r} = 20 \text{ cent} \\ J_{90} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 18 \text{ r} = 18 \text{ cent} \\ J_{80} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 16 \text{ r} = 16 \text{ cent} \\ J_{70} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 14 \text{ r} = 14 \text{ cent} \\ J_{60} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 12 \text{ r} = 12 \text{ cent} \\ J_{50} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 10 \text{ r} = 10 \text{ cent} \\ J_{40} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 8 \text{ r} = 8 \text{ cent} \\ J_{30} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 6 \text{ r} = 6 \text{ cent} \\ J_{20} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 4 \text{ r} = 4 \text{ cent} \\ J_{10} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 2 \text{ r} = 2 \text{ cent} \end{aligned}$$



Después de explicado el método FAYRA la respuesta de la situación es:

$$\begin{aligned} J_{80} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 16 \text{ r} = 16 \text{ cent} \\ J_{40} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 8 \text{ r} = 8 \text{ cent} \\ J_{20} &= 0,2 \text{ mL} = 2 \text{ dc} = 4 \text{ r} = 4 \text{ cent} \end{aligned}$$

Este método es válido para cualquier dosis indicada que represente un volumen que sea menor que 1 mL.

Explicación del método descendente:

1. Se selecciona la jeringuilla patrón J_{100} y se señala ($\Rightarrow$) como condición necesaria y suficiente al iniciar el ritmo descendente de una jeringuilla a la otra, apoyados en el Sistema Métrico Decimal descendiendo de 10 en 10, variando la cantidad de centésimas a medir de una jeringuilla a la otra de acuerdo con su escala.
2. Se toma como número de referencia la cantidad que ofrece la lectura del decimal, o sea, $0, X \text{ mL} = X \text{ dc}$, que se debe administrar y que queda determinada por la dosis indicada por el médico.
3. Se puede observar que la cantidad de centésimas que se obtiene de la resta en las distintas jeringuillas de acuerdo con su escala, es la misma que si se multiplica las décimas que se tiene que administrar por la cantidad de centésimas que tiene la jeringuilla en una décima, en relación con su escala.

2.5.9. Método FAYRA general ascendente

Para explicar el método se utiliza el ejemplo de administrar 0,4 mL de una sustancia A.

Para FAYRA ascendente tomamos como jeringuilla patrón J_{10} y ascendemos de 10 en 10 hasta J_{100} apoyados en el Sistema Métrico Decimal.

$$\begin{aligned}
 J_{100} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 40 \text{ r} = 40 \text{ cent} \\
 J_{90} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 36 \text{ r} = 36 \text{ cent} \\
 J_{80} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 32 \text{ r} = 32 \text{ cent} \\
 J_{70} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 28 \text{ r} = 28 \text{ cent} \\
 J^{\wedge} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 24 \text{ r} = 24 \text{ cent} \\
 J_{50} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 20 \text{ r} = 20 \text{ cent} \\
 J_{40} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 16 \text{ r} = 16 \text{ cent} \\
 J_{30} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 12 \text{ r} = 12 \text{ cent} \\
 J_{20} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 8 \text{ r} = 8 \text{ cent} \\
 \Rightarrow J_{10} &= 0,4 \text{ mL} = 4 \text{ dc} = 4 \text{ r} = 4 \text{ cent}
 \end{aligned}
 \uparrow$$

La flecha indica los movimientos, tanto de orden descendente como ascendente.

Explicación del método ascendente:

1. Al igual que en el FAYRA descendente, se selecciona como jeringuilla patrón, en este caso la J_{10} para ascender de 10 en 10 según el Sistema Métrico Decimal.
2. Se toma como número de referencia la cantidad de décimas, expresadas en los mililitros $0, X \text{ mL} = X \text{ dc}$, que se debe administrar y que queda determinada por la dosis indicada por el médico, contenida en determinado volumen en mililitro.
3. El número de referencia queda fijado por la cantidad de décimas que permite sumarle al número de centésimas fijado por la jeringuilla patrón y las siguientes, según ascendemos, ocurriendo la misma situación que en el FAYRA descendente, con la diferencia de que en vez de restar sumamos el número de referencia fijado por la cantidad de décimas.

2.6. Conclusiones

Tiene gran importancia conocer y saber aplicar los distintos métodos para utilizar la jeringuilla de 1 mL independientemente de su escala, que le permite al personal que debe administrar medicamentos no estar sujeto, a la hora de medirlo, a la obligatoriedad de utilizar una jeringuilla específica, si esta no se posea en la reserva; no aferrarse a que aparezca para poder cumplir la indicación, sino saber como transitar por las distintas jeringuillas aunque el medicamento esté referido para una determinada, pues al paciente no se le debe demorar el cumplimiento de una indicación por este concepto.

Estos conocimientos son necesarios tanto para el personal que trabaja en países subdesarrollados como en los desarrollados, donde para cada tipo de fármaco existe la jeringuilla específica y desechable para administrarlo; pero no se puede olvidar que ante los *desastres naturales* o *guerras*, el país más desarrollado transita por las mismas dificultades que los subdesarrollados.

El personal encargado de brindar salud y bienestar a la comunidad, debe poseer una preparación científica integral para poder ser creativo y no depender de un listado o tabla para el cumplimiento de las indicaciones.

2.7. Ejercicios propuestos

1. Establecer la correspondencia biunívoca y aplicar el factor de conversión entre las jeringuillas J_{100} y J_{40} , entre J_{100} y J_{20} , entre J_{80} y J_{20} , entre J_{100} y J_{50} , analizar las respuestas en un diagrama y analíticamente.
2. Aplicar el factor de conversión para administrar estas cantidades:
 - a) Administrar 2,5 dc de la J_{100} en J_{80} .
 - b) Administrar 3 dc de J_{40} en J_{100} .
 - c) Administrar 1,5 dc de J_{80} en J_{40} .
 - d) Administrar 0,75 mL de J_{100} en J_{80} .
 - e) Administrar 0,5 mL de J_{40} en J_{100} .
 - f) Administrar 0,3 mL de J_{40} en J_{20} .
3. Diga a cuántas centésimas o rayas equivalen:
 - a) $3/4$ mL en J_{80} , J_{40} , J_{50} .
 - b) $3/4$ mL en J_{100} , J_{40} , J_{20} .
 - c) $1/2$ mL en J_{100} , J_{50} , J_{20} .
 - d) $1/2$ mL en J_{80} , J_{40} , J_{20} .
 - e) $1/4$ mL en J_{100} , J_{80} , J_{40} .
4. La jeringuilla de J_{80} tiene 8 cent, o sea, 8 rayas por décima, administrar 0,2 mL con la jeringuilla J_{100} y J_{40} . La solución debe darse aplicando el factor de conversión y comprobarlo en el diagrama.

Capítulo 3

Fórmulas que facilitan el control de la hidratación por gravedad

La hidratación de los pacientes por vía endovenosa se puede realizar con diferentes equipos como las bombas de infusión, que son dispositivos automáticos que controlan las velocidades del flujo con gran precisión y los equipos tradicionales (frasco, suero y bolsa) que controlan las velocidades del flujo por gravedad.

Es de gran utilidad mencionar alguna de las leyes de la física que tienen vinculación con el control de las venoclisis.

La *mecánica* trata de la acción de las fuerzas y de sus efectos. La *fuerza* se define como la causa que produce o modifica el movimiento.

Las leyes y principios de la *hidrostática* y la *hidromecánica* son las que aportan mayor claridad para la interpretación de estos fenómenos.

La *fuerza de gravedad* es una de las magnitudes físicas que influye en la administración de los medicamentos por perfusión (venoclisis). Esta fuerza no es la misma para todas latitudes, pues la aceleración de la gravedad (g) varía para los distintos puntos del globo terráqueo, debido a que la tierra es ligeramente elipsoidal y no exactamente esférica, hay también un pequeño cambio gradual con la latitud. La distancia del nivel del mar al centro de la tierra se hace menor conforme avanzamos del ecuador hacia los polos.

Ley de la gravitación universal de Newton

$$F = \frac{G m m'}{D^2}$$

Esta ley se define como la fuerza con que se atraen dos masas materiales cualesquiera, es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

La hidrodinámica trata del estudio de los fluidos en movimiento, y constituye una de las ramas más complicadas de la mecánica.

La ecuación fundamental de la hidrodinámica es:

$$P_1 + \rho g h_1 + V_1^2/2g = P_2 + \rho g h_2 + V_2^2/2g$$

Que es la correspondiente al teorema de Bernoulli que relaciona la presión, velocidad y altura en los puntos situados a lo largo de una línea de corriente.

Cada término del teorema de Bernoulli tiene la dimensión de una longitud, y se denomina altura. El término ρgh se llama *altura debido a la presión* y $V^2/2g$ es *altura debido a la velocidad*.

Las ecuaciones de la hidrostática son casos especiales del teorema de Bernoulli, cuando la velocidad es nula en todos los puntos $P_2 = P_a$ (atmosférica), $V_1 = V_2 = 0$.

El teorema de Torricelli también es una aplicación del teorema de Bernoulli.

No es propósito del texto resolver ninguno de los teoremas ni las ecuaciones físicas, sino que en el cumplimiento de los objetivos de la disciplina se utilizarán las leyes, propiedades y principios de las ciencias exactas para poderlas vincular con las leyes fisiológicas como la hemodinámica, y también explicar como las técnicas y procedimientos de las ciencias médicas se pueden realizar gracias a los principios y leyes físicos.

La hemodinámica o leyes de la circulación de la sangre son tres:

1. *Ley del gasto caudal*: en cualquier segmento del aparato circulatorio tanto de la circulación menor como de la mayor pasa la misma cantidad de sangre en la unidad de tiempo.
2. *Ley de las presiones*: la presión es la fuerza que hace circular la sangre, varía según el segmento circulatorio que se considere, va disminuyendo desde la aorta a los capilares por resistencia periférica y disminuye desde los capilares a la aurícula derecha, donde la presión es negativa (en el tórax la presión es siempre menor que la presión atmosférica). La sangre circula del sitio de mayor presión hacia el sitio de menor presión; ley de las presiones: “La presión que hace circular la sangre es directamente proporcional a la suma de la resistencia que el líquido ha de vencer en los diversos trayectos del sistema vascular”.
3. *Ley de la velocidad*: la velocidad de la corriente sanguínea en los diversos trayectos del sistema vascular es inversamente proporcional a la amplitud del lecho de la corriente.

Ley de Torricelli

$$V = \sqrt{2gh}$$

La velocidad de salida de un líquido a cualquier profundidad (h) equivale a la velocidad que adquiriría por caída libre desde esa misma altura $h = V^2/2g$.

Ley de la presión para los fluidos

$$P_1 - P_2 = \rho gh$$

La diferencia de presión entre dos puntos depende únicamente de la altura (h).

Principio de Bernoulli

En los lugares donde la velocidad del fluido es grande, la presión es baja y donde la velocidad del fluido es pequeña, la presión es alta; por lo que la presión varía con la altura.

Principio de Pascal

La presión aplicada a un fluido encerrado se transmite sin disminución a toda porción del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene.

La administración de medicamentos por vía endovenosa o venoclisis requiere una elevada preparación del personal que la administra, no solo del conocimiento matemático para el cálculo correcto del goteo o del tiempo de duración de la venoclisis, sino tener también presente los fenómenos osmóticos:

- *Difusión*: cuando dos soluciones miscibles de distintas concentraciones se ponen en contacto se comprueba al cabo de cierto tiempo que ambos líquidos se han mezclado íntimamente hasta la homogeneización de su concentración en todo el sistema, como consecuencia de la movilidad molecular.
- *Diálisis*: es un caso particular de la difusión, *es la propiedad que tienen ciertos líquidos de distintas concentraciones en mezclarse*, cuando están separados por un tabique o membrana permeable, estableciéndose a través de estos, dos órdenes de corriente en sentido opuesto y de distinta intensidad, una de afuera hacia adentro llamada *endósmosis* y otra de dentro afuera denominada *exósmosis*.
- *Osmosis*: paso de molécula de agua a través de una membrana, es un caso particular de la diálisis; que se realiza a través de una membrana hemipermeable, permeable para el disolvente e impermeable para las sustancias disueltas. La membrana celular se comporta como una membrana semipermeable, pues si la presión osmótica de los líquidos intracelulares es más alta que la del medio donde están situadas las células se embeben y en caso contrario ceden agua. Esto explica la importancia que tiene del dominio y conocimiento de los conceptos de soluciones isotónicas, hipertónicas e hipotónicas para la canalización correcta de la vena y del riesgo que se corre de acuerdo con la concentración del medicamento de que el líquido que se vaya administrar quede fuera de la luz del vaso.
- *Solución isotónica*: se dice que un líquido es isotónico cuando ejerce la misma presión osmótica que la sangre; hipertónica cuando ejerce una presión mayor e hipotónica cuando es menor. Las soluciones hipertónicas pueden enjuntar o crenar las células, y esclerosar los tejidos; las soluciones hipotónicas son capaces de hemolizar las células, lacerar la sangre y causar edema generalizado. Afortunadamente, la membrana celular tiene acción selectiva y es capaz de permitir el paso de una molécula e impedir el de otras. El intercambio de sólido y agua entre las células y el medio que lo rodea es cons-

tante y, dentro de ciertos límites fisiológicos. En un momento cada célula es capaz de ajustarse a numerosos cambios del medio líquido que la circunda. Sin embargo, de un modo general, los líquidos isotónicos con la sangre y la linfa son los que se absorben con mayor rapidez.

3.1. Administración de los medicamentos por perfusión o venoclisis, utilizando los métodos tradicionales

El cálculo del goteo de la venoclisis se puede realizar por diferentes métodos, en Cuba se utiliza el método tradicional simple, pero otros países emplean el método tradicional por paso.

Las operaciones matemáticas para calcular el goteo de la venoclisis por los métodos tradicionales se hacen demasiado tediosas, pues en dependencia del tiempo de duración y del volumen del líquido a administrar se pueden originar multiplicaciones y divisiones de dos o tres cifras que resultan muy complejas, y en ocasiones la obtención del resultado final es incorrecto por dificultades con las operaciones aritméticas.

3.1.1. Método tradicional simple

En la historia clínica del paciente leemos esta indicación: administrar 1 000 mL de suero glucosado al 5 % a durar 12 horas.

La pregunta que se hace el personal de enfermería es ¿a cuántas gotas debe de ajustarse la venoclisis para durar 12 horas?

Este método es el que siempre se ha utilizado en Cuba para el cálculo del goteo de la venoclisis, donde se define el factor de goteo como:

1 mL = 20 gotas en 1 minuto.

1 hora = 60 minutos, factor de tiempo.

El volumen del líquido se multiplica por 20 y el tiempo por 60, y da como resultado esta expresión:

Volumen = 1 000 mL se multiplica por 20 = 20 000 gotas.

12 horas se multiplica por 60 = 720 minutos.

Se divide las 20 000 gotas entre los 720 minutos, el resultado es igual a 27,7 gt/min.

Como se puede observar falta un planteamiento matemático riguroso, que sirva de guía lo que queda resuelto cuando se aplica la fórmula general obtenida para darle solución a esta problemática.

3.1.2. Explicación del método tradicional por paso

El problema anterior también se puede resolver empleando otra metodología como es la de aplicar el *método por paso*, que resulta ser más laborioso que el

método tradicional, y al mismo tiempo exige que se recuerden fórmulas y la secuencia de los pasos a seguir, el olvido de alguno de ellos impediría obtener la solución correcta.

En la historia clínica del paciente se lee la indicación de administrar 1 000 mL de suero glucosado al 5 % a durar 12 horas.

Primer paso

$$\text{Número de mL/h} = \frac{\text{cantidad total de solución}}{\text{número de horas}}$$

Segundo paso

$$\text{Número de mL/min} = \frac{\text{mL/h}}{60}$$

Tercer paso

$$\text{Número de gotas/min} = \text{mL/min} \cdot \text{gotas/mL}$$

Donde:

h: número de horas.

cs: cantidad total de solución.

fg: factor de goteo (número de gotas/mL).

mL/min: mililitros por minutos.

mL/h: mililitros por horas.

Datos

cs = 1 000 mL

h = 12 horas

fg = 20 gt/mL

Gt = ?

Primer paso

$$\text{Número de mL/h} = \frac{\text{cs}}{\text{h}} = \frac{1\,000\text{ mL}}{12} = 83,3\text{ mL/h}$$

Segundo paso

$$\text{Número de mL/min} = \frac{\text{mL/h}}{60} = \frac{83,3\text{ mL/h}}{60} = 1,388\text{ mL/min}$$

Tercer paso

$$\text{Gt} = \text{mL/min} \cdot \text{fg} = 1,388 \cdot 20 = 27,76 = 27,8\text{ gt/min}$$

El resultado es el mismo, más adelante demostraremos como se simplifica este problema, cuando se utilice para darle solución la *fórmula general*, creada

para facilitar y minimizar las operaciones matemáticas en una actividad que se repite con tanta frecuencia en un turno de trabajo para el personal de enfermería, como es el cálculo de la velocidad con que se debe administrar un suero, es decir, calcular a cuántas gotas por minutos se debe ajustar la venoclisis.

3.2. Fórmula general (obtención de la constante $R = 1/3$)

La fórmula general permite un método rápido de calcular con qué velocidad se puede obtener la cantidad de gotas por minutos que debe pasar una perfusión para un tiempo determinado, y demostrar que la velocidad depende de la altura a que se coloque la venoclisis respecto al nivel de canalización de la vena (independientemente de los calibres de las agujas) y que el goteo se ajusta con las presillas controladoras.

$J = 1 \text{ mL} = 20 \text{ gotas en } 1 \text{ min.}$

$C = \text{tiempo (t)} = 1 \text{ hora} = 60 \text{ min.}$

$$R = \frac{J}{C} = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}$$

La fórmula general se obtiene cuando se pregunta a cuántas gotas por minutos se debe administrar la venoclisis y se plantea la expresión:

$$Gt = \frac{\text{Vol(t)}}{T} \cdot R = \frac{\text{Vol(t)}}{T} \cdot \frac{1}{3}$$

Se aplica la fórmula para dar solución al problema anterior.

Datos

$\text{Vol(t)} = 1\,000 \text{ mL}$

$T = 12 \text{ horas}$

$R = 1/3$

$Gt = ?$

Solución

$$Gt = \frac{\text{Vol(t)}}{T} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1\,000 \text{ mL}}{12} \cdot \frac{1}{3} = 27,7 \text{ gt/min}$$

Respuesta: Se deben aplicar 27,7 gt/min o 28 gt/min si se aproxima por exceso.

El personal de enfermería para decidir si la venoclisis debe administrarse a 27 gt/min o 28 gt/min debe apoyarse en el proceso de atención de enfermería, donde al realizar el diagnóstico de enfermería podrá decidir, de acuerdo con la situación real del paciente al determinar si está muy deshidratado o no, si el volumen del líquido que se debe administrar es a 28 gt/min aproximando por exceso o a 27 gt/min aproximando por defecto, valoración que hace este personal a partir de la observación realizada.

3.2.1. Cálculo del goteo de la venoclisis conocido el tiempo de duración

Para explicar este método se utiliza un ejemplo donde se demuestra que se puede dar el tiempo de duración de la venoclisis con un nivel de exactitud en horas, minutos y segundos; también se explica cómo aplicar el cálculo mental para determinar la velocidad con que puede pasar un determinado volumen de líquido en una hora, sin tener que utilizar la expresión escrita. Además, facilita detectar por inspección cualquier deficiencia cometida durante la hidratación del paciente; al mismo tiempo, permite planificar la actividad del control de los frascos utilizados para cualquier intervalo de tiempo, por ejemplo, 24 horas.

Utilizando la fórmula general

La jefa de la sala del servicio de medicina revisa la historia clínica del paciente de la cama 26, controlando las indicaciones que se deben de cumplir en las 24 horas: administrar hidratación venosa de suero glucosado al 5 %, 4 000 mL a durar 24 horas.

- ¿A cuántas gotas por minutos se administra la venoclisis?

Datos

gt/min = ?

Vol(t) = 4 000 mL

T = 24 horas

$$Gt = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot \frac{1}{3} = \frac{4\,000\text{ mL}}{24} \cdot \frac{1}{3} = \frac{500}{9} = 55,5\text{ gt/min}$$

Respuesta: se deben administrar 55 gt/min por defecto y 56 gt/min por exceso.

- Si los frascos son de 1 000 mL ¿cuántos frascos se deben dejar preparados y cuántas horas debe durar cada frasco?

Datos

Vol de 1 frasco = 1 000 mL

Vol(t) = 4 000 mL

Horas total = 24

No. de frascos = ?

Horas de 1 frasco = ?

$$\text{No. de frascos} = \frac{\text{Vol}(t)}{\text{Vol de 1 frasco}} = \frac{4\,000\text{ mL}}{1\,000\text{ mL}} = 4$$

Horas de 1 frasco = Horas total/ No. de frascos = 24/4 = 6 horas

Respuestas: Se deben dejar preparados 4 frascos y cada uno debe durar 6 horas.

- Si los frascos son de 500 mL ¿cuántos frascos hay que dejar separados?

Datos

Vol(t) = 4 000 mL

Vol de 1 frasco = 500 mL

Horas total = 24

No. de frascos = ?

Horas de 1 frasco = ?

$$\text{No. de frascos} = \frac{\text{Vol(t)}}{\text{Vol 1 frasco}} = \frac{4\,000\text{ mL}}{500\text{ mL}} = 8\text{ frascos}$$

$$\text{Horas de 1 frasco} = \frac{\text{Horas total}}{\text{No. de frascos}} = \frac{24}{8} = 3\text{ horas}$$

Respuesta: La reserva de frascos será de 8 y cada uno durará 3 horas.

3.2.2. Cálculo del tiempo de duración de la venoclisis conocido el goteo

Este epígrafe se explica con un ejemplo.

La instructora del área de medicina al controlar las actividades de la estudiante que atiende a la paciente de la cama 12, AS, que se le está administrando suero glucosado al 5 %, 600 mL a 30 gt/min le realiza estas preguntas:

- ¿Cuántas horas debe durar la venoclisis?

Para resolver este problema aplicamos la fórmula general y la despejamos en función del tiempo.

Datos

Vol(t) = 600 mL

Gt = 30 gt/min

T = ?

$$Gt = \frac{\text{Vol(t)}}{T} \cdot R = \frac{\text{Vol(t)}}{T} \cdot \frac{1}{3}$$

Despejando en función del tiempo:

$$T = \frac{\text{Vol(t)}}{Gt} \cdot \frac{1}{3} = \frac{600\text{ mL}}{30} \cdot \frac{1}{3} = 6\,2/3\text{ horas}$$

Observación: Cuando se está calculando tiempo y la expresión no es exacta no debe expresarse en decimales, sino en fracciones para que facilite la obtención de los minutos y segundos multiplicando la fracción por 60 minutos o por 60 segundos.

En este caso el tiempo es igual a 6 horas y los 2/3 de hora se obtiene de la siguiente expresión $2/3 \cdot 60 = 120/3 = 40$ minutos.

Respuesta: La venoclisis debe durar 6 horas y 40 minutos.

- ¿Qué volumen de líquido se administra cada hora?

$$Gt = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot R = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot \frac{1}{3}$$

Despejando el Vol(t) de la fórmula general obtenemos:

$$\text{Vol}(t) = 3 \cdot T \cdot Gt$$

Datos

$$Gt = 30 \text{ gt/min}$$

$$T = 1 \text{ hora} = 60 \text{ min}$$

$$\text{Vol}(t) = ?$$

Sustituyendo en la fórmula general despejada queda:

$$\text{Vol}(t) = 3 \cdot T \cdot Gt = 3 \cdot 1 \cdot 30 = 90 \text{ mL}$$

Respuesta: Cada hora se deben administrar 90 mL.

Nota aclaratoria: Esta fórmula es válida para calcular el volumen por hora de cualquier goteo.

3.2.3. Aplicación de la fórmula general en función del tiempo del volumen administrado

1. La instructora del área de medicina al controlar las actividades de la estudiante que atiende a la paciente de la cama 12, AS, observa que se le está administrando suero glucosado al 5 %, 600 mL a 30 gt/min. ¿A qué hora comenzó el tratamiento si a las 3:00 p.m. se ha administrado 300 mL.

Datos

$$\text{Voladm} = 300 \text{ mL}$$

$$Gt = 30 \text{ gt/min}$$

$$\text{Tiempo de inspección} = 3:00 \text{ p.m.}$$

$$T_{\text{voladm}} = \frac{\text{Voladm}}{Gt \cdot 3} = \frac{300 \text{ mL}}{30 \cdot 3} = \frac{10}{3} = 3 \frac{1}{3} \text{ horas} = 3 \text{ horas y } 20 \text{ minutos}$$

En este caso el tiempo es igual a 3 horas y 1/3 de hora se obtiene de la siguiente expresión $\frac{1}{3} \cdot 60 = \frac{60}{3} = 20$ minutos.

A las 3:00 p.m. cuando se hizo la inspección el volumen de líquido administrado era de 300 mL que a 30 gt/min se demora 3 horas y 20 minutos, por lo tanto, para obtener la hora en que se inició la venoclisis se realiza esta operación: a las 3:00 p.m. se expresa en hora militar que es lo mismo que decir las 15:00 horas, pero como el tiempo está dado en horas y minutos se les resta una hora a las 15 horas para convertirla en 60 minutos.

$$\begin{array}{r} 3:00 \text{ p.m.} = 15 \text{ horas} = 14 \text{ horas } 60 \text{ minutos} \\ - 3 \text{ horas } 20 \text{ minutos} \\ \hline 11 \text{ horas } 40 \text{ minutos} \end{array}$$

Respuesta: El tratamiento comenzó a las 11:40 a.m.

2. ¿Qué tiempo debe durar una venoclisis de 1 000 mL a 30 gt/min? Hacer la comprobación con los resultados obtenidos.

Datos

$$\text{Vol}(t) = 1\,000 \text{ mL}$$

$$\text{Gt} = 30 \text{ gt/min}$$

$$\text{Gt} = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot R = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot \frac{1}{3}$$

Despejando en función del tiempo:

$$T = \frac{\text{Vol}(t)}{\text{Gt}} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1\,000 \text{ mL}}{30} \cdot \frac{1}{3} = \frac{100}{9} = 11 \frac{1}{9} \text{ horas.}$$

En este caso el tiempo es igual a 1 horas y 1/9 de hora se obtiene de la siguiente expresión $1/9 \cdot 60 = 20/3 = 6 \frac{2}{3} \text{ min}$ y $2/3 \text{ min} \cdot 60 = 40 \text{ segundos}$.

Respuesta: El tiempo que se demora la venoclisis es de 11 horas 6 minutos y 40 segundos.

Para hacer la comprobación debemos calcular el volumen/hora, volumen/minuto y volumen/segundo.

Comprobación de volumen/hora:

$$\text{Vol/hora} = \text{Gt} \cdot 3 = 30 \cdot 3 = 90 \text{ mL}$$

Comprobación de volumen/minuto:

$$\text{Vol/min} = \frac{\text{Vol/hora}}{60} = \frac{90}{60} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mL}$$

Comprobación volumen/segundo:

$$\text{Vol/seg} = \frac{\text{Vol/min}}{60} = \frac{1,5}{60} = 0,025 \text{ mL}$$

Las 11 horas se multiplican por 90 mL que es el volumen que pasa en una hora, que es igual a 990 mL.

Los 6 minutos se multiplican por 1,5 mL que es la cantidad que pasa en 1 minuto, que es igual a 9 mL.

Los 40 segundos se multiplican por 0,025 mL que es la cantidad que pasa en 1 segundo, que es igual a 1 mL.

$$\text{El volumen total} = 990 \text{ mL} + 9 \text{ mL} + 1 \text{ mL} = 1\,000 \text{ mL.}$$

3. ¿A cuántas gotas por minuto se puede administrar una venoclisis si el volumen que se administra por hora es de 60 mL?

Datos

$$\text{Vol/hora} = 60 \text{ mL}$$

$$\text{Gt} = ?$$

Fórmula

$$\text{Gt} = \frac{\text{Vol/hora}}{3}$$

$$Gt = 60 \text{ mL}/3 = 20 \text{ gt/min}$$

Respuesta: Se administran 60 mL en 1 hora a 20 gt/min.

4. ¿Qué volumen recibió en una hora un paciente que se le administró 500 mL de suero glucosado durante 5 horas?

Datos

Fórmula

$$\text{Voladm} = 500 \text{ mL}$$

$$T = 5 \text{ horas}$$

$$\text{Vol/hora} = ?$$

$$\text{Vol/hora} = \frac{\text{Voladm}}{T} = \frac{500}{5} = 100 \text{ mL/h}$$

Respuesta: El volumen que recibió en una hora fue de 100 mL.

5. ¿A cuántas gotas por minuto se administró una venoclisis si en 1 hora si recibió 90 mL?

Datos

Fórmula

$$\text{Vol/hora} = 90 \text{ mL} \quad Gt = \frac{\text{Vol/hora}}{3} = \frac{90}{3} = 30 \text{ gt/min}$$

$$Gt = ?$$

Respuesta: Se administró a 30 gt/min.

6. ¿Qué volumen de líquido pasará en 4 horas si la venoclisis se administra a 15 gt/min?

Datos

Fórmula

$$Gt = 30 \text{ gt/min}$$

$$\text{Vol/hora} = Gt \cdot 3 \cdot T$$

$$\text{Vol/hora} = ?$$

$$\text{Vol/hora} = 30 \cdot 3 \cdot 4$$

$$T = 4 \text{ horas}$$

$$\text{Vol/hora} = 360 \text{ mL}$$

Respuesta: El volumen que se administra en 4 horas es 360 mL.

7. La supervisora del área de cirugía al controlar la historia clínica del paciente de la cama 21 observa que tiene indicado administrar suero glucofisiológico al 5 % 500 mL a 28 gt/min. Al momento de la inspección son las 5:00 p.m. y al paciente le han pasado 294 mL.

a) ¿Cuántas horas debe durar la venoclisis?

Datos

Fórmula

$$\text{Vol}(t) = 500 \text{ mL}$$

$$Gt/\text{min} = 28 \text{ gotas}$$

$$T = ?$$

$$Gt/\text{min} = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot \frac{1}{3}$$

$$T = \frac{\text{Vol}(t)}{Gt \cdot 3} = \frac{500}{28 \cdot 3} = \frac{125}{21} = 5 \frac{20}{21} \text{ horas}$$

Para calcular los minutos se multiplica $20/21 \text{ hora} \cdot 60 = 400/7 = 57 \frac{1}{7} \text{ min}$

Para calcular los segundos se multiplica $1/7 \text{ min} \cdot 60 = 8,5 \text{ segundos}$.

Respuesta: La venoclisis debe durar 5 horas 57 minutos y 8,5 segundos.

b) ¿Qué volumen de líquido se administra en 1 hora?

Datos

Fórmula

$$\text{Vol/hora} = ?$$

$$\text{Vol/hora} = \text{Gt} \cdot 3 \cdot T$$

$$T = 1 \text{ hora}$$

$$\text{Vol/hora} = 28 \cdot 3 \cdot 1$$

$$\text{Gt} = 28 \text{ gt/min}$$

$$\text{Vol/hora} = 84 \text{ mL}$$

Respuesta: En 1 hora se administran 84 mL.c

c) ¿A qué hora comenzó la hidratación?

Datos

Fórmula

$$\text{Voladm} = 294 \text{ mL}$$

$$\text{Gt} = 28$$

$$\text{Inicio} = ?$$

$$T = \frac{\text{Voladm}}{\text{Gt} \cdot 3} = \frac{294}{28 \cdot 3} = \frac{294}{84} = 3 \frac{42}{84} \text{ horas}$$

$$T = 3 \frac{1}{2} \text{ horas}$$

Para calcular los minutos se multiplica $\frac{1}{2} \cdot 60 = 30$ minutos.

El tiempo que se demora en pasar 294 mL es de 3 horas y 30 minutos y como la inspección se hizo a las 5:00 p.m. se le resta a este tiempo calculado en horas militares las 3 horas y 30 minutos que se demoró en pasar los 294 mL.

$$5:00 \text{ p.m.} = 17 \text{ horas} = 16 \text{ horas } 60 \text{ minutos}$$

$$\underline{-3 \text{ horas } 30 \text{ minutos}}$$

$$13 \text{ horas } 30 \text{ minutos}$$

Respuesta: La hidratación comenzó a las 1:30 p.m.

8. ¿Qué valor adquiere la constante R si el factor de goteo se define de 1 mL igual a 15 gotas en 1 min? Sustituya el valor obtenido en la fórmula general.

Datos

Fórmula

$$R = ?$$

$$R = J/C = 15/60 = 1/4$$

$$J = 15 \text{ gotas}$$

$$R = 1/4$$

$$C = 60 \text{ min}$$

Sustituyendo R en la fórmula general tenemos:

$$\text{Gt} = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot R$$

$$\text{Gt} = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot \frac{1}{4}$$

3.3. Resumen

Para el cálculo de las gotas por minuto se recomienda analizar las operaciones que no son exactas, es decir, las periódicas puras o periódicas mixtas y trabajarlas como decimal y no como fracciones, pues con esto se pueden aproximar por exceso o por defecto y administrar el volumen indicado en

dependencia de la valoración que haga el personal de enfermería a partir del proceso de atención de enfermería que permite trazar una estrategia que dependerá del diagnóstico que se haga del estado general del paciente, donde regular el goteo a mayor o menor velocidad estará en correspondencia con la necesidad de hidratación.

Para calcular el tiempo en las operaciones inexactas no se recomienda tratarlas como decimal y sí como fracción, pues para obtener los minutos y los segundos es más fácil las operaciones matemáticas con las fracciones, pues todo se remite al tratamiento de la fracción con la multiplicación por 60 para los minutos y segundos.

La observación y vigilancia de la venoclisis es muy importante, sobre todo, si las soluciones que se administran no son isotónicas; el aseguramiento de que la aguja esté bien canalizada a la luz del vaso, asegura una buena absorción del líquido, pues una vena estrabazada con soluciones hipertónicas, necrosa los tejidos al extremo que en ocasiones hay hasta que amputarlas; por eso insistimos del buen dominio de los conceptos de soluciones isotónicas, hipertónicas e hipotónicas por las complicaciones que puedan acarrear cuando no se ha canalizado correctamente una venoclisis.

En algunos países definen el factor de goteo considerando que 1 mL igual a 15 gt/min, por lo tanto, la constante R se calcula como:

Factor de goteo: $J = 1 \text{ mL} = 15 \text{ gotas en } 1 \text{ min}$

Tiempo (T): $C = 1 \text{ hora} = 60 \text{ minutos}$

$R = ? \quad R = J/C = 15/60 = 1/4$

La escala en el frasco de suero es de gran utilidad para mantener un control preciso con el tiempo de duración; tiene especial importancia el proceso de atención de enfermería, pues el personal que mantiene la vigilancia ajustará la escala a partir del diagnóstico de la enfermería.

La venoclisis se coloca a una altura de 90 cm (3 pies) por encima de la cama del paciente.

Existen equipos de perfusión que traen definido el valor del factor de goteo que se debe utilizar, por lo que no existe contradicción entre lo que define el equipo y el que se utiliza en Cuba.

Recomendamos al personal que cumple Misión Intemacionalista que cuando tenga que preparar una hidratación pregunte cuál es el factor de goteo que se utiliza en el país de referencia o el que está definido por el equipo.

3.4. Resumen de fórmulas

$$1. \text{ Gt} = \frac{\text{Vol}(t)}{T} \cdot R \quad R = J/C = 1/3$$

$$Gt = \frac{Vol(t)}{T \cdot 3}$$

$$2. T = \frac{Vol(t)}{Gt \cdot 3}$$

$$3. Vol/h = Gt \cdot 3 \cdot T$$

$$4. T = \frac{Vol(t)}{Vol/h}$$

$$5. Vol/h = \frac{Vol(t)}{T}$$

$$6. T_{Voladm} = \frac{Vol_{adm}}{Vol/h}$$

$$7. T_{Voladm} = \frac{Vol_{adm}}{Gt \cdot 3}$$

$$8. Gt = \frac{Vol/h}{3}$$

$$9. Vol/h = Gt \cdot 3 \text{ (para } J = 1 \text{ mL} = 20 \text{ gt en 1 min)}$$

$$10. Vol/h = gt/min \cdot 4 \text{ (para } J = 1 \text{ mL} = 15 \text{ gt en 1 min)}$$

$$11. Vol/min = \frac{Gt_{total}}{20 Gt}$$

$$12. Vol/min = \frac{Vol/h}{60 \text{ min}}$$

$$13. Vol/seg = \frac{Vol/min}{60}$$

$$14. \text{No. de frasco} = \frac{Vol(t)}{Vol \text{ 1 frasco}}$$

$$15. \text{Horas de 1 frasco} = \frac{\text{Horas totales}}{\text{No. de 1 frasco}}$$

Donde:

$J = 1 \text{ mL} = 15 \text{ gt en 1 min}$ (factor de goteo).

$J = 1 \text{ mL} = 20 \text{ gt en 1 min}$ (factor de goteo).

$C = T = 1 \text{ hora} = 60 \text{ min}$ (factor tiempo).

Gt: gotas por minuto.

Vol/h: volumen por hora.

T: tiempo.

Vol(t): volumen total.

T_{Voladm} : tiempo del volumen administrado.

Voladm: volumen administrado.

Vol/seg: volumen por segundo.

3.5. Eficiencia y ventajas de la aplicación de estas fórmulas

- La aplicación de la fórmula general proporciona un método rápido y preciso para calcular las gotas por minuto.
- No es necesario memorizarla, sino conocer cómo utilizarla y aplicar despeje a partir de la fórmula general.
- Permite simplificar las operaciones matemáticas y reduce los cocientes y productos de cantidades de dos o tres cifras en operaciones de una cifra.
- Cuando se calcula el tiempo que demora en pasar una venoclisis el resultado se da con un rigor de exactitud en la magnitud de horas, minutos y segundos.
- Permite la comprobación del volumen de líquido administrado en función del tiempo.
- Facilita la inspección para comprobar el cumplimiento exacto de una indicación como, por ejemplo, el caso de un paciente que se está hidratando contar las gotas que caen en un minuto, se puede calcular con rapidez, mentalmente, el volumen de líquido que pasa en una hora, multiplicando el total de gotas por 3, es decir, aplicar la fórmula de volumen por hora igual a gotas por minuto por 3, esta operación es muy fácil de realizar mentalmente.
- Permite comprobar durante una inspección el tiempo exacto de cuando se inició la hidratación, solo con calcular el tiempo utilizado para consumir el volumen administrado y después restárselo al tiempo que marca en el momento que se hace la valoración.

3.6. Conclusiones

Las leyes físicas facilitan la comprensión para poder explicar por qué es necesario colocar la venoclisis a una altura más o menos de 90 cm por encima del nivel del paciente encamado.

No se debe colocar la venoclisis por debajo del nivel del paciente encamado pues la dinámica del fluido no sería entrada del líquido al trayecto circulatorio, sino la entrada del fluido sanguíneo hacia la venoclisis.

Se comprueba que la dinámica del fluido no se establece aunque esté colocada a la altura requerida, si no se le coloca una aguja o cualquier aditamento que permita la entrada de aire al frasco o bolsa de suero para igualar la presión dentro del frasco con la presión atmosférica, para que pueda actuar la fuerza gravitatoria.

La fuerza de gravedad es una de las magnitudes físicas que influye en la administración de medicamentos por perfusión (venoclisis). Esta fuerza no es la misma para las diferentes latitudes, pues la aceleración de la gravedad varía para los distintos puntos del globo terráqueo debido a que la tierra es en realidad ligeramente elipsoidal y no exactamente esférica.

3.7. Ejercicios propuestos

1. La paciente de la cama 21, FM, tiene indicado que se le administre suero glucofisiológico 400 mL a 25 gt/min. Al momento que se hace la inspección en la sala son las 8 pm y le han administrado 250 mL.
 - a) ¿Cuántas horas debe durar la venoclisis?
 - b) ¿Qué volumen de líquido se administra en una hora?
 - c) ¿A qué hora comenzó la hidratación?
2. La jefa de sala del servicio de medicina revisa la historia clínica del paciente de la cama 26, JS, para controlar las indicaciones que se deben cumplimentar en las 24 horas: administrar hidratación parenteral de suero glucosado al 5 %, 5 000 mL a durar 24 horas.
 - a) ¿A cuántas gotas por minuto se debe administrar la venoclisis?
 - b) Si los frascos son de 1 000 mL, ¿cuántas horas debe durar cada frasco? ¿cuántos frascos se tienen que dejar separados?
 - c) Si los frascos son de 500 mL, ¿cuántos serán los frascos de reserva que se dejan separados?
3. ¿Qué valor adquiere la constante R si el factor de goteo es de 1 mL = 30 gotas en un minuto?
4. ¿Qué volumen de líquido se le ha administrado a un paciente que se ha estado hidratando durante 4 horas a 60 gotas por minuto?
5. Un paciente recibe durante el tiempo que lo han estado hidratando, que es de 6 horas, un total de 500 mL ¿a cuántas gotas por minuto se administra la venoclisis?
6. La profesora del área de medicina evalúa las actividades realizadas por la estudiante M, que atiende al paciente JT de la cama 12, al que debe administrar venoclisis de suero glucofisiológico al 5 %, 500 mL a 20 gotas por minutos.

- a) ¿Cuántas horas debe durar la venoclisis?
- b) ¿Qué volumen de líquido se administra a cada hora?
- c) ¿A qué hora comenzó la hidratación del paciente, si a las 8:00 a.m. se habían administrado 240 mL?
- d) ¿Si la estudiante tiene rotulado el frasco con el inicio del tratamiento a las 6:00 a.m., qué error se cometió?

Capítulo 4

Medicamento con soluto disuelto en un volumen determinado

Este capítulo se refiere al tratamiento que es necesario utilizar para dosificar, medir y administrar los medicamentos que están en disolución y que su concentración está fijada por el laboratorio farmacéutico que la elaboró.

La masa del soluto o peso de la sustancia se expresa en gramos, miligramos y unidades internacionales; es una cantidad fija disuelta en la masa de la disolución cuyo volumen se expresa en mililitro también es una constante, por lo tanto, las situaciones problemáticas a resolver son calcular masa o peso de sustancia contenido en un volumen específico y determinar la cantidad de mililitros, décimas o centésimas que se administran de acuerdo con la indicación médica.

Es necesario definir una serie de conceptos químicos que son de gran utilidad para hacer una buena interpretación.

La propiedad más sorprendente del agua es la de disolver muchas sustancias, formando disoluciones acuosas que comúnmente se conocen por *soluciones*. Las soluciones verdaderas son sistemas homogéneos formados por la disolución de los constituyentes en proporciones variables dentro de ciertos límites cuyas propiedades son intermedias entre las de los componentes.

Comparación entre compuestos, mezclas y soluciones

<i>Compuestos</i>	<i>Soluciones</i>	<i>Mezclas</i>
Homogéneos	Homogéneas	Heterogéneas
Proporciones fijas	Proporciones variables	Proporciones variables
Propiedades totalmente diferente a la de los constituyentes	Propiedades similares a la de los constituyentes	Propiedades de cada constituyente son evidentes

Distintas clases de soluciones atendiendo al estado físico de los componentes

Las soluciones se forman en cualquiera de los tres estados físicos: gaseosos, líquidos y sólidos, y son posibles nueve combinaciones:

<i>Estado físico de la solución</i>	<i>Estado físico de los constituyentes</i>	<i>Ejemplos</i>
Gaseoso	Gas en gas Líquido en gas Sólido en gas	Mezcla de gases-aire Agua en aire-niebla Carbón en aire-humo
Líquido	Gas en líquido Líquido en líquido Sólido en líquido	Dióxido de carbono en agua Alcohol en agua Azúcar en agua
Sólido	Gas en sólido Líquido en sólido Sólido en sólido	Hidrógeno ocluido en platino Mercurio disuelto en cobre Oro disuelto en cobre

Si la solución está formada por dos líquidos se puede usar el nombre de *soluto* para el que está en menor proporción y *solvente* el que está en proporción mayor; pero si los componentes son sólido y líquido el soluto es el que está en forma sólida y el solvente o disolvente el que está en estado líquido.

Como en medicina el soluto se puede expresar en gramos, miligramos o unidades internacionales, se selecciona para comenzar el estudio de este capítulo a la insulina, ya que su masa o peso de la sustancia (soluta) se expresa en unidades internacionales.

4.1. Estructura de la insulina

La insulina es una secreción del páncreas que dirige la combustión de los hidratos de carbono. Este nombre fue dado por Schaeffer a la hormona de los islotes de Langerhans, y se conoce un extracto acuoso obtenido de los islotes pancreáticos por Banting y Best en 1921. Es una proteína de peso molecular elevado, rica en azufre. Es inactiva por vía oral. Inyectada en el individuo diabético restaura la capacidad para utilizar azúcares y grasas, el glucógeno es depositado, normalmente en el hígado; baja el nivel de glucosa en sangre y la glucosuria desaparece así como la hiperlipemia y la cetosis.

4.1.1. Distintos tipos de insulina ateniendo a su acción y concentración

- *Amorfa*: es la original de Banting y Best, tal como se extrae del páncreas, actúa rápidamente sobre la glucemia (2 a 5 horas) después de la inyección, cualidad que la hace insustituible en el coma diabético.
- *Globina*: insulina modificada por la acción de globina (derivada de la hemoglobina de la sangre de buey) y cloruro de zinc. El producto comercial contiene 40 u 80 unidades de insulina por mililitros y de 3,6 a 4 miligramos de globina por cada 100 unidades de insulina. Su máxima eficacia se observa entre 8 y 16 horas después de la inyección.

- *Histona*: preparado que contiene insulina e histona del timo; tiene un efecto hipoglucémico prolongado, comparado con las soluciones de insulina amorfa o cristalina.
- *NPH*: se llama así a la insulina protamina neutra de Hagerdorn, mezcla en proporciones adecuadas de una solución de protamina y una solución de cristales de insulina protamina zinc. Contiene aproximadamente 0,5 mg de protamina por 100 unidades. El efecto máximo de la dosis de insulina NPH comienza de las 5 a 8 horas de practicada la inyección y dura de 24 a 36 horas.
- *Protamina zinc*: es la forma precipitada obtenida por Hagerdorn en 1935 de acción más prolongada que la amorfa (24 a 36 horas), su principal ventaja consiste en permitir la regulación de la hiperglucemia durante 24 horas con una sola inyección. Contiene 1 a 1,5 mg de protamina y 0,20 a 0,25 mg de zinc por cada 100 unidades de insulina.
- *Humulina*: insulina humana (origen ADN), contiene insulina humana regular 8 unidades (20 %) e insulina humana NPH 32 unidades (80 %).

Se ha dado prioridad al estudio de la insulina, por la incidencia de la diabetes en Cuba que es de 16,5 conocidos por cada 1 000 habitantes, cifra que asciende cada año a consecuencia de un mayor promedio de vida de la población, y de la mejor detección de la enfermedad. También a la diversidad de tipos de insulina que llegan al país de las donaciones de los diferentes laboratorios que la suministran, además, han pasado 90 años desde que Banting y Best descubrieron la insulina y todavía hay dificultades con la dosificación y administración del medicamento, situación que se soluciona con la aplicación del método Fayra.

Distintos tipos de insulina de acuerdo a su concentración

- Insulina simple U40 y U80.
- Insulina lenta U80, NPH U80, protamina zinc U80 y U100.

4.1.2. Velocidad y duración de acción de los distintos tipos de insulina

<i>Clase de insulina</i>	<i>Tipo de insulina</i>	<i>Comienzo de acción (horas)</i>	<i>Acción máxima (horas)</i>	<i>Duración de acción (horas)</i>
Acción corta	Insulina zinc cristalina (corriente)	1/2 a 1	2 a 4	6 a 8
	Insulina zinc amorfa (semilenta)	1 a 2	4 a 6	12 a 16

<i>Clase de insulina</i>	<i>Tipo de insulina</i>	<i>Comienzo de acción (horas)</i>	<i>Acción máxima (horas)</i>	<i>Duración de acción (horas)</i>
Acción intermedia	Insulina isofánica (NPH)	1 a 3	8 a 12	18 a 24
	Insulina zinc lenta	1 a 3	8 a 12	18 a 24
Acción prolongada	Insulina zinc protamina	4 a 7	16 a 24	24 a 36
	Insulina cristalina (ultralenta)	5 a 8	20 a 26	30 a 40

4.1.3. Requisito indispensable para la aplicación del método FAYRA

Es requisito indispensable antes de explicar el método FAYRA que el personal que recibe la información domine el concepto de unidades internacionales y de unidad de insulina, y que sepa diferenciar su significado con respecto a la jeringuilla de 1 mL y a la concentración del frasco.

Unidad internacional: peso definido de una vitamina, extracto orgánico o antibiótico, como tipo de referencia adoptada por la Organización Mundial de la Salud. Unidad definida y adoptada por la Conferencia Internacional de la Organización Mundial de la Salud, para la unificación de fórmulas de medicamentos potentes.

Unidad de insulina: actividad contenida en 1/22 mg de un estándar cristalino internacional ($1/22 \text{ mg} = 0,0045 \text{ mg} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ mg} = 45 \cdot 10^{-6} \text{ g}$).

Características de las jeringuillas de 1 mL

La jeringuilla de 1 mL tiene como analogía poseer 10 décimas y como diferencia tener distintas cantidades de centésimas o rayas de acuerdo con la escala. Por lo tanto, la cantidad de centésimas o rayas por décima varía de acuerdo con el tipo de jeringuilla, por ejemplo, si la jeringuilla es de J_{80} en 1 mL tiene 80 centésimas o rayas, 1 décima es igual a 8 centésimas o rayas, esto se obtiene dividiendo el total de centésimas o rayas entre las 10 décimas que tiene la jeringuilla ($1 \text{ dc} = 80 \text{ cent}/10 = 8 \text{ cent}$). Si la jeringuilla es de 100 centésimas J_{100} , por el mismo razonamiento se obtiene que $1 \text{ dc} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r}$, esto es válido para cualquier tipo de jeringuilla de 1 mL, donde se divide el total de centésimas o rayas que es una variable dependiente de la escala de la jeringuilla entre las

10 dc que es una variable independiente y así se obtiene el número de centésimas o rayas por décimas.

Con la concentración del frasco ocurre lo mismo desde el punto de vista numérico, pero el significado es diferente, pues en este caso se refiere a la concentración del medicamento que se expresa:

$$C = \text{ms/md}$$

Donde:

C: concentración.

ms: masa del soluto.

md: masa de la disolución.

Por ejemplo, si el frasco es de 80 unidades/1 mL, aplicando la fórmula obtenemos $\text{ms} = 80$ unidades, $\text{md} = 1$ mL, sustituyendo estos valores en la fórmula obtenemos.

$$C = \frac{80 \text{ u}}{1 \text{ mL}} = 80 \text{ u/mL}$$

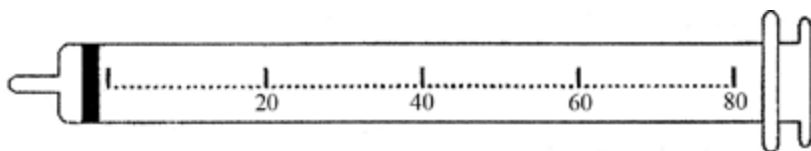
Pero 1 mL tiene 10 dc, sustituyendo nuevamente en la fórmula:

$$C = 80 \text{ u} / 10 \text{ dc} = 8 \text{ u/dc}$$

Este razonamiento es válido para cualquier frasco con concentración diferente: frascos de 100 u/mL, 40 u/mL, tienen 10 u/dc y 4 u/dc, respectivamente.

Después de comprobar que se han interiorizado estas explicaciones, es necesario que se comprenda el error que se comete cuando se le denomina a la 0,01 mL o sea a la centésima parte de 1 mL, unidad, esto ocurre debido a un problema de interpretación; como los laboratorios para cada tipo de concentración de insulina proponen una jeringuilla idónea, es decir, en correspondencia con la concentración del frasco, para que corresponda una centésima o raya de la jeringuilla con una unidad del soluto de la concentración del frasco, por ejemplo, si tenemos frasco de insulina de 80 u, existe la jeringuilla específica para administrar esa concentración.

Diagrama de la jeringuilla J₈₀



$$1 \text{ mL} = 80 \text{ unidades}$$

Al hacer la lectura de la jeringuilla atendiendo al Sistema Internacional de Unidades:

1,0 = 1 entero = 1 mL

0,1 = 1 dc de mL

0,01 = 1 cent de mL

La expresión que $1 \text{ mL} = 80 \text{ u}$ señala que cuando se mide 1 mL del medicamento se está administrando 80 u del soluto, cuando se mide $0,1 = 1 \text{ dc}$ del medicamento se toman 8 u del soluto y cuando se mida $0,01 = 1 \text{ cent} = 1 \text{ r}$ se ha cargado una unidad del soluto.

Una vez comprobado que estos conceptos han quedado bien definidos se puede explicar el método FAYRA con un ejemplo.

En la historia clínica del paciente, se lee la indicación de administrar 20 unidades de insulina U80.

Para cumplir la indicación no hay que realizar ningún cálculo operacional solo se selecciona como jeringuilla patrón la específica a la concentración indicada por el médico que debe estar en correspondencia con la concentración del frasco, una vez que se tenga el frasco y la jeringuilla específica se le administra al paciente las $20 \text{ u} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 2 \frac{1}{2} \text{ dc}$, es decir, no hay que realizar ningún cálculo operacional, sino administrar las mismas cantidades numéricas y la indicación queda cumplida.

4.1.4. Dificultades que se confrontan en la administración de insulina

- No poseer la jeringuilla específica a la concentración del frasco que se posee en la reserva del medicamento.
- No poseer el frasco con la concentración específica a la indicada por el médico.
- No poseer ni el frasco ni la jeringuilla específica a la concentración indicada por el médico.

Estas dificultades en la administración de insulina se resuelven aplicando el método FAYRA.

El método FAYRA para la administración de insulina con la jeringuilla patrón es un caso particular del método FAYRA ascendente y descendente; lo que en este caso se impone la condición necesaria y suficiente de que la jeringuilla patrón y la concentración del frasco tenga correspondencia biunívoca, es decir, que si la concentración del frasco es de 80 u/mL la escala de la jeringuilla sea de 80 cent/mL . Por ejemplo:

$$\frac{\text{Frasco concentración } 80 \text{ u/mL}}{\text{Jeringuilla escala } 80 \text{ cen/mL}} = \frac{80 \text{ u/mL}}{80 \text{ cent/mL}} = 1 \text{ u/cent}$$

Esta expresión permite afirmar que cada vez que se mida una centésima de la jeringuilla patrón, se toma una unidad de concentración del frasco del medicamento, por esta razón, se establece como condición necesaria y suficiente que la concentración del frasco sea igual a la escala de la jeringuilla.

Para el primer caso se plantea esta solución:

$$\begin{aligned} J_{100} &= 20 \text{ u} = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \\ \Rightarrow J_{80} &= 20 \text{ u} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \\ J_{40} &= 20 \text{ u} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \\ J_{20} &= 20 \text{ u} = 5 \text{ cent} = 5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \end{aligned}$$

La flecha indica que la jeringuilla patrón es la J_{80} , pues es condición necesaria y suficiente que la jeringuilla patrón sea la específica a la concentración del frasco, que es la que está en correspondencia con la indicación hecha por el médico, para ir al resto de las jeringuillas; si se va en orden descendente se comprueba que la relación que existe entre J_{80} y J_{40} es la mitad, por lo tanto, si con J_{80} administramos 20 cent o rayas, con J_{40} se administra la mitad, o sea, 10 cent = 10 r = 20 u = 2,5 dc. Con la de J_{20} se hace el mismo análisis, J_{20} es la mitad de J_{40} , por lo tanto, si con J_{40} se administran 10 cent o rayas con J_{20} se administran 5 cent = 5 r = 20 u = 2,5 dc, para obtener la cantidad de centésimas para la J_{100} sumamos la cantidad de rayas obtenidas en J_{80} con la de J_{20} , $J_{80} = 20 \text{ r}$, $J_{20} = 5 \text{ r}$, $20 \text{ r} + 5 \text{ r} = 25 \text{ r}$, pues la suma de $J_{80} + J_{20} = J_{100}$, se puede comprobar la validez del resultado trabajando con la cantidad de décimas que hay que administrar que es 2,5 dc para cualquier tipo de jeringuilla, pues esta cantidad se obtiene trabajando con la concentración indicada por el médico que es la misma que la concentración del frasco.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL} \text{ ————— } 80 \text{ u} \\ \text{X mL} \text{ ————— } 20 \text{ u} \end{array} \quad \text{X mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 20 \text{ u}}{80 \text{ u}} = 0,25 \text{ mL} = 2,5 \text{ dc}$$

Se puede llegar a la misma conclusión aplicando el método de la sumatoria, factor de conversión o cualquier otro.

Comprobamos que 2,5 dc da la cantidad de centésimas o rayas:

$$\begin{array}{l} J_{100} = 1 \text{ dc} = 10 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \cdot 10 \text{ r} = 25 \text{ r} = 20 \text{ u} \\ J_{80} = 1 \text{ dc} = 8 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \cdot 8 \text{ r} = 20 \text{ r} = 20 \text{ u} \\ J_{40} = 1 \text{ dc} = 4 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \cdot 4 \text{ r} = 10 \text{ r} = 20 \text{ u} \\ J_{20} = 1 \text{ dc} = 2 \text{ r} = 2,5 \text{ dc} \cdot 2 \text{ r} = 5 \text{ r} = 20 \text{ u} \end{array} \quad \begin{array}{c} | \\ \downarrow \end{array}$$

Si comparamos ambos casos comprobamos que las 20 u indicadas por el médico están contenidas en las 2,5 dc y esta cantidad no se altera, la que si varían son las centésimas o rayas de acuerdo con el tipo de jeringuilla.

Ejercicios resueltos

1. Administrar 50 unidades de insulina U100. Aplicar el método FAYRA para su solución.

En este problema el número de referencia es 5, es decir, 50 u = 5 dc.

$J_{100} = 50 \text{ u} = 50 \text{ cent} = 50 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{90} = 50 \text{ u} = 45 \text{ cent} = 45 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{80} = 50 \text{ u} = 40 \text{ cent} = 40 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{70} = 50 \text{ u} = 35 \text{ cent} = 35 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{60} = 50 \text{ u} = 30 \text{ cent} = 30 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{50} = 50 \text{ u} = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{40} = 50 \text{ u} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{30} = 50 \text{ u} = 15 \text{ cent} = 15 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{20} = 50 \text{ u} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r} = 5 \text{ dc}$
 $J_{10} = 50 \text{ u} = 5 \text{ cent} = 5 \text{ r} = 5 \text{ dc}$



2. Administrar 22 unidades de insulina U100.

En este problema el número de referencia es 2,2, es decir, $22 \text{ u} = 2,2 \text{ dc}$.

$J_{100} = 22 \text{ u} = 22 \text{ cent} = 22 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{90} = 22 \text{ u} = 19,8 \text{ cent} = 19,8 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{80} = 22 \text{ u} = 17,6 \text{ cent} = 17,6 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{70} = 22 \text{ u} = 15,4 \text{ cent} = 15,4 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{60} = 22 \text{ u} = 13,2 \text{ cent} = 13,2 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{50} = 22 \text{ u} = 11 \text{ cent} = 11 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{40} = 22 \text{ u} = 8,8 \text{ cent} = 8,8 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{30} = 22 \text{ u} = 6,6 \text{ cent} = 6,6 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{20} = 22 \text{ u} = 4,4 \text{ cent} = 4,4 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$
 $J_{10} = 22 \text{ u} = 2,2 \text{ cent} = 2,2 \text{ r} = 2,2 \text{ dc}$



3. Administrar 25 unidades de insulina en U100. Aplicar el método FAYRA descendente.

En este problema el número de referencia es 2,5, es decir, $25 \text{ u} = 2,5 \text{ dc}$.

$J_{100} = 25 \text{ u} = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{90} = 25 \text{ u} = 22,5 \text{ cent} = 22,5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{80} = 25 \text{ u} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{70} = 25 \text{ u} = 17,5 \text{ cent} = 17,5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{60} = 25 \text{ u} = 15 \text{ cent} = 15 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{50} = 25 \text{ u} = 12,5 \text{ cent} = 12,5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{40} = 25 \text{ u} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{30} = 25 \text{ u} = 7,5 \text{ cent} = 7,5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{20} = 25 \text{ u} = 5 \text{ cent} = 5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$
 $J_{10} = 25 \text{ u} = 2,5 \text{ cent} = 2,5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$



4.1.5. Aplicación del método FAYRA en la administración de insulinas utilizando la jeringuilla patrón

Cuando no se posee el frasco con la concentración específica a la indicada por el médico, se puede utilizar este ejemplo:

En la historia clínica del paciente se lee la indicación de administrar 24 u de insulina de concentración U40, pero en la reserva de medicamentos no está la insulina con esa concentración sino la U80.

Aplicando el método FAYRA todo se remite a seleccionar como jeringuilla patrón a la de J_{80} , pues es la que está en correspondencia con la concentración del frasco y el método exige como condición necesaria y suficiente que la concentración del frasco corresponda al tipo de jeringuilla. Sin realizar ningún cálculo operacional se mide en la jeringuilla la misma cantidad que tiene indicada por el médico.

$$J_{80} = 24 \text{ u} = 24 \text{ cent} = 24 \text{ r} = 3 \text{ dc} \text{ (para frasco U80 la } J_{80} \text{ es la patrón)}$$

$$J_{40} = 24 \text{ u} = 24 \text{ cent} = 24 \text{ r} = 6 \text{ dc} \text{ (para frasco U40 la } J_{40} \text{ es la patrón)}$$

Se demuestra por cualquier método que la cantidad no se altera pues la relación que existe entre el frasco de U40, respecto al frasco de U80 es igual a la mitad de las décimas, es decir, si con el frasco de U40 se administran 6 dc, con el frasco de U80 se debe administrar 3 dc, esto se puede comprobar, aplicando cualquier método.

El método demuestra lo fácil de la ejecución, solo hay que administrar la misma cantidad de centésimas o rayas que unidades tenga indicado el paciente, con solo seleccionar como jeringuilla patrón la específica a la concentración del frasco, pues para ambas las 24 u indicadas es igual a 24 cent, y se cumple lo indicado, lo único que ha variado es la cantidad de décimas a administrar en dependencia del tipo de frasco a utilizar, ya que la relación entre el frasco de U80 y el de U40 es la mitad de las décimas.

Para la tercera dificultad que es la de no poseer ni la jeringuilla ni el frasco con la concentración indicada por el médico se puede utilizar este ejemplo:

En la historia clínica del paciente, se lee la siguiente indicación, administrar 16 u de insulina U80 y el frasco que se posee es de insulina U40.

Aplicando el método FAYRA se selecciona como jeringuilla patrón J_{40} , pues el frasco es de U40. Es necesario recordar que es condición necesaria y suficiente que la jeringuilla patrón tiene que responder a la concentración del frasco que se carga el medicamento, por tanto, para $J_{40} = 16 \text{ u} = 16 \text{ cent} = 16 \text{ r} = 4 \text{ dc}$, pero como no se tiene la jeringuilla específica a la concentración del frasco, se mantiene la J_{40} para realizar el resto de las operaciones, aplicando la misma metodología anterior.

$$J_{100} = 16 \text{ u} = 40 \text{ cent} = 40 \text{ r} = 4 \text{ dc}$$

$$J_{80} = 16 \text{ u} = 32 \text{ cent} = 32 \text{ r} = 4 \text{ dc}$$

$$\Rightarrow J_{40} = 16 \text{ u} = 16 \text{ cent} = 16 \text{ r} = 4 \text{ dc}$$

$$J_{20} = 16 \text{ u} = 8 \text{ cent} = 8 \text{ r} = 4 \text{ dc}$$

La flecha indica que la jeringuilla patrón es la J_{40} para ir a la J_{20} se va en orden descendente y se comparan ambas jeringuillas y la relación que existe entre

ellas es la mitad, por lo tanto, con la $J_{20} = 8 \text{ cent} = 8 \text{ r} = 16 \text{ u} = 4 \text{ dc}$, para ir a la J_{80} se hace el mismo análisis y se comprueba que J_{80} es el doble de J_{40} , por lo tanto la cantidad se duplica, $J_{80} = 32 \text{ cent} = 32 \text{ r} = 16 \text{ u} = 4 \text{ dc}$. Para J_{100} se suma la cantidad de $J_{80} + J_{20} = 32 \text{ cent} + 8 \text{ cent} = 40 \text{ cent} = 16 \text{ u} = 4 \text{ dc}$.

Para frascos de U80 quedaría:

$$\begin{aligned} J_{100} &= 16 \text{ u} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 2 \text{ dc} \\ \Rightarrow J_{80} &= 16 \text{ u} = 16 \text{ cent} = 16 \text{ r} = 2 \text{ dc} \\ J_{40} &= 16 \text{ u} = 8 \text{ cent} = 8 \text{ r} = 2 \text{ dc} \\ J_{20} &= 16 \text{ u} = 4 \text{ cent} = 4 \text{ r} = 2 \text{ dc} \end{aligned}$$

Cuando comparamos la cantidad que indica la jeringuilla patrón en ambos casos, para los frascos con distintas concentraciones, se ve que la numeración es la misma en cantidad de unidades y de centésimas, lo que ha variado es la cantidad de décimas que para frascos de U40 las 16 u es igual a 4 dc y para frascos de U80, las 16 u son igual a 2 dc, es decir, que la cantidad se duplica o se convierte en la mitad en dependencia que tomemos la mayor o menor concentración. Se puede comprobar la validez de estos resultados aplicando cualquier método, como por ejemplo, el método del factor de conversión entre ambos frascos, como la correspondencia es biunívoca, aplicando factor de conversión:

$$\text{Factor de conversión} = \text{frasco U80/frasco U40} = 2$$

La cantidad se duplica y la dosis no se altera porque la indicación estaba dada para frasco de U80 y el que se posee es de U40, en el caso contrario se aplica también el factor de conversión:

$$\text{Factor de conversión} = \text{frasco U40 / frasco U80} = 0,5$$

La cantidad se reduce a la mitad, pues la indicación está dada para frasco de U40 y el que se posee es el de U80.

Para la J_{100} se suma la cantidad de centésimas o rayas obtenidas en $J_{80} + J_{20} = 32 \text{ cent} + 8 \text{ cent} = 40 \text{ cent} = 40 \text{ r} = 16 \text{ u}$.

Después de ejercitada la metodología de acuerdo con las indicaciones médicas que existan, se facilita el cálculo mental y la aplicación del método solo se remite a administrar la misma cantidad de centésimas o rayas que unidades tenga indicadas el paciente, *solo manteniendo la condición necesaria y suficiente de seleccionar como jeringuilla patrón la específica a la concentración del frasco que se toma el medicamento* y la cantidad no se altera aunque la concentración del frasco sea diferente a la indicación médica.

4.1.6. Eficiencia y ventaja de la administración por el método FAYRA

El análisis de los resultados en correspondencia con los objetivos planteados permiten concluir que después que se reciban los conocimientos del método FAYRA y se realiza la ejercitación correspondiente se obtienen varias las ventajas:

- Solución de los problemas con extraordinaria facilidad y rapidez.
- Identificación del significado correcto de las unidades como medida de peso o masa de la sustancia diferenciándolas de las centésimas o rayas de la jeringuilla.
- Se administra insulina con cualquier tipo de jeringuilla de 1 mL independientemente que se posea o no la jeringuilla específica a la concentración del medicamento o frasco con concentración diferente a la indicada por el médico.
- Realizar los ejercicios de dosificación sin acudir a la expresión escrita, solo aplicando el cálculo mental.

4.1.7. Ejercicios resueltos en la administración de insulinas utilizando el factor de conversión

Se utiliza el mismo ejemplo que aparece en el método FAYRA para aplicar la solución del problema aplicando otros métodos.

En la historia clínica del paciente se lee la indicación de administrar 20 u de insulina U80. En la reserva de medicamentos existe un frasco de insulina U80, pero no está la jeringuilla J_{80} sino J_{100} .

Se puede utilizar el método factor de conversión en la aplicación del uso de diferentes jeringuillas de 1 mL con diferentes escalas.

Datos

frasco = U80

variable dependiente $x = 100$

1 mL = $J_{80} = ?$

variable independiente $y = 80$

1 mL = $J_{100} = \text{Sí}$

Factor de conversión

$J_y \longrightarrow J_x$

$$\frac{J_x}{J_y} = \frac{J_{100}}{J_{80}} = \frac{100}{80} = 1,25$$

$J_x \longrightarrow J_y$

$$\frac{J_y}{J_x} = \frac{J_{80}}{J_{100}} = \frac{80}{100} = 0,8$$

Se observan los dos resultados del factor de conversión y se usa 1,25 pues se conoce el resultado para la jeringuilla de 80.

$$J_{80} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 20 \text{ u}$$

$$J_{100} = 20 \text{ cent} \cdot 1,25 = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r} = 20 \text{ u}$$

El resultado es lógico pues se va de la jeringuilla de menor cantidad rayas a las de más rayas.

- Si la jeringuilla que se posee es la de J_{40} se aplica el mismo procedimiento.

Datos

frasco = U80

variable dependiente $x = 40 \text{ r}$

1 mL = $J_{80} = ?$

variable independiente $y = 80 \text{ r}$

1 mL = $J_{100} = \text{Sí}$

Factor de conversión

$$J_y \longrightarrow J_x \quad \frac{J_x}{J_y} = \frac{J_{40}}{J_{80}} = \frac{40}{80} = 0,5$$

$$J_x \longrightarrow J_y \quad \frac{J_y}{J_x} = \frac{J_{80}}{J_{40}} = \frac{80}{40} = 2$$

De los dos resultados obtenidos en el factor de conversión se utiliza 0,5 pues hay que ir de la jeringuilla que posee más centésimas o rayas a la de menor cantidad donde se multiplica las $20 \text{ r} \cdot 0,5 = 10 \text{ r}$

$$J_{80} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 20 \text{ u}$$

$$J_{40} = 20 \text{ cent} \cdot 0,5 = 10 \text{ r} = 20 \text{ u}$$

- Si la jeringuilla que se posee es J_{20} se aplica el mismo procedimiento.

Datos

frasco = U80

variable dependiente $x = 20 \text{ r}$

1 mL = $J_{80} = ?$

variable independiente $y = 80 \text{ r}$

1 mL = $J_{100} = \text{Sí}$

Factor de conversión

$$J_y \longrightarrow J_x \quad \frac{J_x}{J_y} = \frac{J_{40}}{J_{80}} = \frac{20}{80} = 0,25$$

$$J_x \longrightarrow J_y \quad \frac{J_y}{J_x} = \frac{J_{80}}{J_{40}} = \frac{80}{20} = 4$$

Los resultados obtenidos en el factor de conversión permiten tomar como solución el 0,25, pues se va de la jeringuilla de más centésimas o rayas a la de menor cantidad.

$$J_{80} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 20 \text{ u}$$

$$J_{20} = 20 \text{ cent} \cdot 0,25 = 5 \text{ r} = 20 \text{ u}$$

En resumen este procedimiento es válido para combinar cualquier tipo de jeringuilla, se debe recordar que el factor de conversión se obtiene por la correspondencia biunívoca que permite simultanear dos objetos entre sí, que da como solución final dos expresiones numéricas directa e inversa adimensional.

Si se comparan los resultados obtenidos por el método FAYRA para las distintas jeringuillas y los del método del factor de conversión se comprueba que

el resultado es el mismo, con la ventaja de que con el método FAYRA no hay que realizar operación numérica alguna y con este método las operaciones son laboriosas.

También se puede aplicar el factor de conversión en función de los frascos cuando se posee insulina de una concentración y la indicación está dada para otra concentración, los pasos son los mismos pero obteniendo el resultado para utilizar la jeringuilla en función del frasco.

4.1.8. Administración de insulina por el método de la concentración por paso

Se utiliza el mismo problema usado en el método de la concentración y sumatoria.

En la historia clínica del paciente se lee la indicación de administrar 20 u de insulina U80. En la reserva de medicamentos existe un frasco de insulina U80, pero no está la jeringuilla J₈₀.

Primer paso

Se trabaja con la fórmula de la concentración aplicada al frasco en función de la cantidad indicada.

Datos

$$ms = 80 \text{ u}$$

$$md = 1 \text{ mL}$$

$$C = ?$$

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{80 \text{ u}}{1 \text{ mL}} = 80 \text{ u/mL}$$

Se compara la cantidad obtenida que son 80 u/mL con la cantidad que tiene indicada el paciente que son 20 u, se comprueba que no se debe administrar 1 mL pues se comete el error de administrarle 60 u más que la indicada.

Segundo paso

Se aplica la misma fórmula de la concentración, pero se varía el denominador para buscar una expresión de volumen inferior al mililitro que es la décima.

$$md = 1 \text{ mL} = 10 \text{ dc} \quad C = \frac{ms}{md} = \frac{80 \text{ u}}{10 \text{ dc}} = 8 \text{ u/dc}$$

Se compara la cantidad obtenida con la indicación médica, se comprueba que si se le administra una décima se quedan en 12 u por debajo de la indicación.

Tercer paso

Sumando el total de décimas obtenemos la cantidad indicada.

$$1 \text{ dc} = 8 \text{ u} = 8 \text{ r} = 8 \text{ cent}$$

$$1 \text{ dc} = 8 \text{ u} = 8 \text{ r} = 8 \text{ cent}$$

$$0,5 \text{ dc} = 4 \text{ u} = 4 \text{ r} = 4 \text{ cent}$$

$$2,5 \text{ dc} = 20 \text{ u} = 20 \text{ r} = 20 \text{ cent}$$

Las 2,5 dc son válidas para administrarla con cualquier tipo de jeringuilla como, por ejemplo:

$$J_{100} = 20 \text{ u} = 2,5 \text{ dc} \cdot 10 \text{ cent} = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r}$$

$$J_{80} = 20 \text{ u} = 2,5 \text{ dc} \cdot 8 \text{ cent} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r}$$

$$J_{40} = 20 \text{ u} = 2,5 \text{ dc} \cdot 4 \text{ cent} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r}$$

$$J_{20} = 20 \text{ u} = 2,5 \text{ dc} \cdot 2 \text{ cent} = 5 \text{ cent} = 5 \text{ r}$$

En resumen se comprueba que los resultados son los mismos que los obtenidos por el método FAYRA.

Esta forma de solución se recomienda como método útil para explicar a los estudiantes que reciben la enseñanza por primera vez, pues permite ir razonando por paso los errores que se cometen si no se analizan las cantidades correctamente.

4.1.9. Administración de insulina aplicando el método corto

Este método es muy útil para facilitar el cálculo mental.

En la historia clínica del paciente se lee la indicación de administrar 20 u de insulina U80. En la reserva de medicamentos existe un frasco de insulina U80, pero no está la jeringuilla J_{80} .

Datos

$$1 \text{ mL} = 80 \text{ u} \qquad 1 \text{ mL} \text{ ——— } 80 \text{ u}$$

$$\text{cant adm} = 20 \text{ u} \qquad X \text{ mL} \text{ ——— } 20 \text{ u}$$

$$X \text{ mL} = ?$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 20 \text{ u}}{80 \text{ u}} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ mL}$$

Una vez obtenido el volumen de mililitros a administrar se comprueba que la cantidad es menor que 1 mL, se puede utilizar la jeringuilla de 1 mL de diferentes escalas:

$$J_{100} = 0,25 \text{ mL} \cdot 100 \text{ cent} = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r}$$

$$J_{80} = 0,25 \text{ mL} \cdot 80 \text{ cent} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r}$$

$$J_{40} = 0,25 \text{ mL} \cdot 40 \text{ cent} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r}$$

$$J_{20} = 0,25 \text{ mL} \cdot 20 \text{ cent} = 5 \text{ cent} = 5 \text{ r}$$

También se puede expresar los mililitros en décimas y las operaciones se hacen más rápidas, lo que facilita el cálculo mental:

$$0,25 \text{ mL} = 2,5 \text{ dc}$$

$$J_{100} = 2,5 \text{ dc} \cdot 10 \text{ cent} = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r}$$

$$J_{80} = 2,5 \text{ dc} \cdot 8 \text{ cent} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r}$$

$$J_{40} = 2,5 \text{ dc} \cdot 4 \text{ cent} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r}$$

$$J_{20} = 2,5 \text{ dc} \cdot 2 \text{ cent} = 5 \text{ cent} = 5 \text{ r}$$

En este caso se multiplica cada jeringuilla por la cantidad de centésimas contenida en la décima y se obtienen los mismos números.

4.1.10. Administración de insulinas aplicando el método de la sumatoria

Se utiliza el mismo ejemplo que en los otros métodos.

En la historia clínica del paciente se lee la indicación de administrar 20 u de insulina U80.

$$1. \text{ Tcent} = A_1 + A_2$$

$$2. A = \frac{J_x}{k}$$

$$3. N = \frac{L}{B}$$

Donde:

k: cantidad de décimas por mililitro.

J_x : cantidad de centésimas por mililitro.

A: total de centésimas por décimas

B: cantidad de unidades por mililitro.

L: cantidad unidades a administrar.

N: total de décimas a administrar.

Tcent: total de centésimas sumatoria.

$$\text{Datos} \quad A = \frac{J_x}{k} = \frac{80 \text{ cent /mL}}{10 \text{ dc/mL}} = 8 \text{ cent/dc}$$

$$J_x = 80 \text{ cent/mL}$$

$$L = 20 \text{ u}$$

$$k = 10 \text{ dc/mL}$$

$$N = ?$$

$$A = ?$$

$$N = \frac{L}{B} = \frac{20 \text{ u}}{80 \text{ u/mL}} = 0,25 \text{ mL}$$

$$N = 0,25 \text{ mL} = 2,5 \text{ dc}$$

$$\text{Tcent} = 8 \text{ cent} + 8 \text{ cent} + 4 \text{ cent} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r}$$

Respuesta: Para J_{80} el total de centésimas es igual a 20 rayas.

Nota aclaratoria: Las 0,5 cent se obtienen por este procedimiento:

$0,5 \cdot 8 = 4$, como 1 dc tiene 8 cent, $0,5 \text{ dc} = 4 \text{ cent}$.

Para administrar el medicamento con el resto de las jeringuillas se aplica el mismo procedimiento o se puede multiplicar por el total de décimas indicadas, pues se sabe que se mantiene constante para cualquier tipo de jeringuilla.

En resumen este método, al igual que en los otros, los resultados obtenidos son iguales a los del método FAYRA, lo que demuestra su efectividad y precisión.

El método FAYRA, permite al personal de la salud actuar con efectividad y rapidez a la hora de administrar este medicamento.

El resto de los medicamentos que su soluto o masa de la sustancia se exprese en unidades internacionales, no ofrecen complejidades para su dosificación y administración, y en caso que lo ofreciere se le puede aplicar los métodos utilizados en la administración de la insulina.

4.2. Medicamentos que su masa (soluto) se expresa en miligramos.

Aplicación del método analítico

Para la solución de este problema no se utilizarán medicamentos específicos, sino que el nombre de la sustancia será literal; para explicar la metodología a seguir se presenta este problema:

En la historia clínica del paciente tiene indicado administrar 2 mg de la sustancia A, en el ampula de A están contenidos los 50 mg en 2 mL.

La pregunta que se hace el personal que debe cumplir la indicación es ¿en qué volumen de la disolución están contenidos los 2 mg?

Datos

C = ?

ms = 50 mg

md = 2 mL

1 mL = 10 dc

Primer paso

Trabajamos con la concentración del frasco para averiguar cuántos miligramos hay en 1 mL.

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{25 \text{ mg}}{1 \text{ mL}} = 25 \text{ mg/mL}$$

Como 1 mL = 25 mg al compararla con la indicación del médico y se comprueba que no se le puede administrar 1 mL, pues se pasaría en 23 mg.

Segundo paso

Se averigua qué cantidad está contenida en el volumen inferior a 1 mL que es la décima, recordando que 1 mL = 10 dc.

Datos

C = ?

ms = 25 mg

md = 1 mL = 10 dc

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{25 \text{ mg}}{10 \text{ dc}} = 2,5 \text{ mg/dc}$$

Como 1 dc = 2,5 mg al compararla con la indicación del médico se comprueba que si se administra 1 dc, se pasa en 0,5 mg.

Tercer paso 3

Se averigua la cantidad contenida en el volumen inferior a la décima que es la centésima. Para la masa del disolvente asumimos que se administra con la jeringuilla 100 cent en 1 mL, por tanto, tendrá 10 cent = 1 dc.

Datos

C = ?

ms = 2,5 mg md=10 cent

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{2,5 \text{ mg}}{10 \text{ cent}} = 0,25 \text{ mg/cent}$$

Se comprueba que al comparar la cantidad obtenida con la indicación faltan 1,75 mg para administrar los 2 mg, por lo tanto, el volumen a medir en la jeringuilla J₁₀₀ será mayor que una centésima, pero menor que una décima, aplicamos el método de la sumatoria para obtener el resultado final. La cantidad que se debe administrar son centésimas o rayas para la jeringuilla J₁₀₀.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ 1 \text{ cent} = 0,25 \text{ mg} \\ \hline \end{array}$$

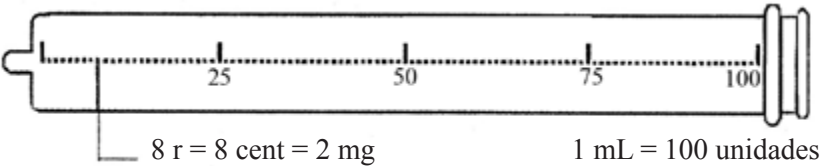
8 cent = 2,00 mg

Respuesta: Con la jeringuilla J₁₀₀ se deben aplicar 8 cent o 8 rayas para administrar 2 mg de la suatancia.

4.2.1. Método del diagrama

Este método consiste en señalar la cantidad de miligramos que se obtiene en el diagrama de la jeringuilla.

En la historia clínica del paciente tiene indicado administrar 2 mg de la sustancia A, en el ámpula de A están contenidos los 50 mg en 2 mL.



Si no se posee la jeringuilla J_{100} se puede aplicar los métodos conocidos para utilizar cualquier jeringuilla de 1 mL.

Si no poseemos la jeringuilla J_{100} y si la J_{80} aplicamos factor de conversión entre ambas para saber cuántas centésimas se deben medir.

4.2.2. Aplicación del método del factor de conversión combinado con el método FAYRA

En la historia clínica del paciente tiene indicado administrar 2 mg de la sustancia A, en el ampula de A está contenida los 50 mg en 2 mL.

Datos

$$x = 80$$

$$y = 100$$

$$J_y \longrightarrow J_x$$

$$\frac{J_x}{J_y} = \frac{J_{80}}{J_{100}} = \frac{80}{100} = 0,8$$

$$J_x \longrightarrow J_y$$

$$\frac{J_y}{J_x} = \frac{J_{100}}{J_{80}} = \frac{100}{80} = 1,25$$

Comprobando ambos valores se debe utilizar el 0,8 pues se sabe el resultado para la J_{100} y se va a utilizar la J_{80} , es decir, de la jeringuilla que tiene mayor cantidad de centésimas a la de menor.

$$J_{100} = 2 \text{ mg} = 8 \text{ cent} = 8 \text{ r}$$

$$J_{80} = 2 \text{ mg} = 6,4 \text{ cent} = 6,4 \text{ r}$$

$$J_{40} = 2 \text{ mg} = 3,2 \text{ cent} = 3,2 \text{ r}$$

$$J_{20} = 2 \text{ mg} = 1,6 \text{ cent} = 1,6 \text{ r}$$

Para la jeringuilla J_{40} se dividen las rayas de J_{80} entre 2, para J_{20} se divide el resultado de la J_{40} entre 2.

Este método se recomienda para el aprendizaje de los estudiantes, pues le facilita el razonamiento, que para la labor diaria es importante.

4.2.3. Aplicación del método corto

En la historia clínica del paciente tiene indicado administrar 2 mg de la sustancia A, en el ampula de A está contenida los 50 mg en 2 mL.

Datos

$$\text{cant adm} = 2 \text{ mg} \quad 50 \text{ mg} \text{ — } 2 \text{ mL}$$

$$2 \text{ mL} = 50 \text{ mg} \quad 2 \text{ mg} \text{ — } X \text{ mL}$$

$$X \text{ mL} = ?$$

$$X \text{ mL} = \frac{2 \text{ mL} \cdot 2 \text{ mg}}{50 \text{ mg}} = \frac{2}{25} = 0,08 \text{ mL}$$

Respuesta: Los 2 mg están contenidos en 0,08 mL.

La solución es relativamente fácil cuando se sabe interpretar que 0,08 mL es lo mismo que medir 8 cent en la jeringuilla J_{100} , para obtener el resultado de las otras jeringuillas se aplica el procedimiento del factor de conversión para saber cuántas centésimas se deben medir con la J_{80} .

Para cualquier otro problema de este tipo la solución se puede obtener utilizando cualquiera de los dos métodos.

Cuando se ha ganado en eficiencia para la solución de los problemas, no es necesario la expresión escrita para obtener los resultados, pues el método corto facilita con rapidez el cálculo mental.

Los problemas que utilizan como soluto los gramos, tienen el mismo tratamiento que los anteriores y además las indicaciones son más simples.

Capítulo 5

Medicamentos con soluto disuelto en un volumen no determinado

El capítulo se refiere a los medicamentos que el volumen de líquido, en lo que se disuelve la masa del soluto, no está fijado por el laboratorio que elaboró el producto ni por la indicación médica; son muy pocos los casos en que el médico le exige al personal de enfermería que disuelva estos medicamentos en un volumen determinado, por lo general lo deja a criterio de los que tienen que ejecutar la indicación. El proceso de atención de enfermería desempeña un papel muy importante en la determinación del volumen de líquido que se debe utilizar para disolver la masa de soluto a administrar, que estará condicionado por el diagnóstico de enfermería que se realice al paciente, para trazar la estrategia a seguir, en dependencia de varios factores respecto al paciente como estado físico, talla, peso, edad, idiosincrasia, tipo de lesiones (no es lo mismo administrar un medicamento a un paciente con un 75 % de quemaduras que con un 10 %), su estado psíquico, entre otros, y respecto a la característica del medicamento al grado de solubilidad de la sustancia, pues no se disuelve igual una penicilina potásica (muy soluble en agua y suero fisiológico o glucosado) que una penicilina procaínica (muy poco soluble en agua), por esto es útil definir algunos conceptos químicos.

- *Sustancia*: Es una especie homogénea de materia de composición química definida e invariable.
- *Combinación*: Es la unión íntima de dos o más sustancias para formar una tercera sustancia de propiedades distintas a los componentes.
- *Mezcla*: Un agregado casi siempre heterogéneo, constituido por la incorporación de dos o más sustancias en proporciones arbitrarias.

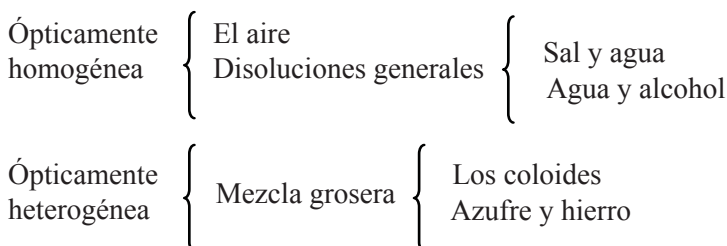
En esta tabla se establece la diferencia entre mezcla y combinación.

<i>Mezcla</i>	<i>Combinación</i>
Químicamente heterogénea	Químicamente homogénea
Los componentes conservan sus propiedades	Aparecen sustancias con propiedades nuevas
No ocurren variaciones de energía	Tiene lugar con desprendimiento o absorción de energía según los casos

<i>Mezcla</i>	<i>Combinación</i>
Proporción arbitraria de los componentes	Proporciones fijas e invariables de los componentes
Componentes separables por procedimiento físico	Componentes separables por medios químicos (a veces físicos)

Una disolución ordinaria como la sal en agua es homogénea; sin embargo no es una sustancia ya que no satisface la definición de sustancia.

En este gráfico se establecen las distintas clases de mezclas atendiendo a su estado físico.



- *Solución saturada*: una disolución o solución es saturada cuando está o puede estar en equilibrio con exceso de soluto.
- *Solubilidad*: se llama solubilidad del soluto dado, en el disolvente de que se trate, a la concentración de la disolución saturada.
La variación de la solubilidad con la temperatura se relaciona íntimamente con el calor de disolución de cada sustancia.

En la actualidad uno de los medicamentos más utilizados son los antibióticos, sustancias que para su dosificación y administración, el volumen del líquido (masa del disolvente) que se le añade a la masa del soluto, se basa totalmente en el criterio del personal de enfermería como consecuencia del diagnóstico establecido.

No se puede hablar de antibióticos sin antes rendirle tributo a su gran descubridor, Alexander Flemming (1881-1955) insigne investigador inglés, descubridor de la penicilina (1929), con el que se inicia una nueva era en el campo de la medicina llamada *era antibiótica*. Se le debe también el descubrimiento de la lisozima (1922). Recibió el premio Nobel de Medicina con Chain y Florey en 1945.

- *Antibiótico*: término creado por Vuillemin 1889 y empleado por Waksman en 1942 para designar a toda sustancia producida por un ser vivo o microorganismo, especialmente hongos, capaz de paralizar o destruir la vida de otros organismos patógenos. Algunas de estas sustancias son producidas también por síntesis. Un antibiótico, en medicina, debe dirigir su acción únicamente contra el microorganismo y ser atóxico para animales y hombres.

En sentido más amplio se llaman antibióticos a las sustancias activas contra los microorganismos, cuyo producto activo fue producido en organismos superiores. Los derivados vegetales superiores se llaman *fitóncidas*.

Ungar ha dividido los antibióticos en dos grandes grupos:

1. El grupo A o bactericida, que comprende la penicilina, la estreptomicina y la neomicina y en el que puede incluirse la bacitracina, y otros.
2. El grupo B o bacteriostático que incluye la aureomicina, el cloranfenicol y la terramicina.

La asociación de los antibióticos del mismo grupo proporciona acción sinérgica, la de grupos diferentes pueden poner efectos antagonistas.

La asociación de antibióticos está justificada:

1. En las infecciones mixtas, en las cuales parte de los gérmenes es sensible a un antibiótico y otra a un antibiótico diferente.
2. En las infecciones en que se desea disminuir la resistencia de razas bacterianas resistentes.
3. En las infecciones en que un solo antibiótico no produce resultados. Se sabe que la penicilina asociada a la estreptomicina tiene efecto sinérgico o aditivo contra las infecciones por enterococos; estreptomicina y aureomicina contra la brucelosis; bacitracina y penicilina contra la sífilis e infecciones por estreptococos alfa y gamma. Clínicamente se ha observado antagonismo entre la penicilina y la aureomicina y la estreptomicina en la meningitis.

De capítulos anteriores sabemos que la masa del soluto se expresa en gramos, miligramos y en unidades internacionales; para los problemas expresados en unidades internacionales utilizaremos la penicilina, y en miligramos o gramos no especificaremos sustancia alguna sino expresiones literales.

5.1. Administración de antibióticos (penicilina) utilizando método por paso y método corto

En la historia clínica del paciente de la cama 15, RP, se toma la indicación de administrar 75 000 u de penicilina. En la reserva de medicamentos hay un frasco de penicilina de 1 millón y otro de medio millón de unidades. ¿Qué frasco se debe seleccionar y qué volumen de líquido se administra y con qué jeringuilla?

Para resolver este problema el personal de enfermería actúa según las orientaciones del proceso de atención de enfermería, selecciona el frasco de medio millón de unidades para ahorrar medicamento, como se hace evidente la masa del disolvente depende de la decisión del personal que cumple la indicación, en este caso después de su diagnóstico de enfermería decide para la masa del disolvente 5 mL.

Primer paso

Se trabaja con la concentración del medicamento.

Datos

$$ms = 500\,000\text{ u}$$

$$md = 5\text{ mL}$$

$$C = ?$$

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{500\,000\text{ u}}{5\text{ mL}} = 100\,000\text{ u/mL}$$

Como $1\text{ mL} = 100\,000\text{ u}$, al paciente no se le puede administrar 1 mL pues se pasaría en $25\,000\text{ u}$.

Se debe averiguar el volumen inferior al mililitro donde están contenidas las $75\,000\text{ u}$.

$$1\text{ mL} \text{ ————— } 100\,000\text{ u}$$

$$X\text{ mL} \text{ ————— } 75\,000\text{ u}$$

$$X\text{ mL} = \frac{1\text{ mL} \cdot 75\,000\text{ u}}{100\,000\text{ u}} = \frac{75}{100} = 0,75\text{ mL}$$

Las $75\,000$ unidades están contenidas en $0,75\text{ mL} = 7,5\text{ dc} = 3/4\text{ mL}$.

Segundo paso

Selección de la jeringuilla idónea.

Como la cantidad a administrar es menor que 1 mL se puede seleccionar la jeringuilla de 1 mL de cualquier escala y se pueden realizar los cálculos en función de los mililitros o de las décimas; utilizando el método FAYRA, pero sin la necesidad de establecer la condición necesaria y suficiente de seleccionar una jeringuilla específica, sino solo aplicar el algoritmo para las distintas jeringuillas.

Utilización de las jeringuillas para 0,75 mL

$$J_{100} = 0,75\text{ mL} \cdot 100\text{ cent} = 75\text{ cent} = 75\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

$$J_{80} = 0,75\text{ mL} \cdot 80\text{ cent} = 60\text{ cent} = 60\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

$$J_{40} = 0,75\text{ mL} \cdot 40\text{ cent} = 30\text{ cent} = 30\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

$$J_{20} = 0,75\text{ mL} \cdot 20\text{ cent} = 15\text{ cent} = 15\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

Utilización de las jeringuillas para 7,5 dc

$$J_{100} = 1\text{ dc} = 10\text{ cent} = 7,5\text{ dc} \cdot 10\text{ cent} = 75\text{ cent} = 75\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

$$J_{80} = 1\text{ dc} = 8\text{ cent} = 7,5\text{ dc} \cdot 8\text{ cent} = 60\text{ cent} = 60\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

$$J_{40} = 1\text{ dc} = 4\text{ cent} = 7,5\text{ dc} \cdot 4\text{ cent} = 30\text{ cent} = 30\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

$$J_{20} = 1\text{ dc} = 2\text{ cent} = 7,5\text{ dc} \cdot 2\text{ cent} = 15\text{ cent} = 15\text{ r} = 3/4\text{ mL}$$

Observaciones: Si comparamos ambos resultados comprobamos que es el mismo, lo único que varía es que en el caso de los mililitros se multiplica por el

total de centésimas contenidas en 1 mL de acuerdo con la escala de la jeringuilla y si se trabaja con las décimas se multiplica por el total de centésimas o rayas contenidas en la décima.

En resumen, cuando estos problemas se han ejercitado y se adquieren las habilidades y eficiencias, no es necesario acudir a la expresión escrita, sino que se puede resolver utilizando el cálculo mental.

Al paciente AG le está indicado administrar 300 000 u de penicilina. En la reserva de medicamentos existe un frasco de penicilina de 1 millón de unidades y agua para inyección de 5 mL y 10 mL. ¿En cuántos mL se debe disolver el frasco para que contenga la cantidad indicada? ¿Qué tipo de jeringuilla selecciona para administrar el medicamento?

Datos

ms = 1 000 000 u

md = 5 mL

C = ?

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{1\,000\,000\text{ u}}{5\text{ mL}} = 200\,000\text{ u/mL}$$

1 mL contiene 200 000 u

1 mL ——— 200 000 u

X mL ——— 300 000 u

$$X\text{ mL} = \frac{1\text{ mL} \cdot 300\,000\text{ u}}{200\,000\text{ u}} = \frac{3}{2}\text{ mL} = 1,5\text{ mL}$$

Respuestas: Se disuelve el frasco en 5 mL y se le administra 1,5 mL = 300 000 u. Se puede seleccionar cualquier jeringuilla de 2 mL, 3 mL, 5 mL y 10 mL nunca la de 1 mL, pues se dañaría al paciente al inyectarlo en dos ocasiones.

Observación: En realidad estos tipos de problemas no ofrecen dificultad al personal de enfermería experimentado, pero sirven de apoyo al personal docente para desarrollar las habilidades del educando y que logre administrar el medicamento utilizando el cálculo mental.

En realidad los problemas de administración de penicilina no ofrecen gran dificultad son pocas las veces que se recurre a la expresión escrita para su solución, pues este medicamento en adultos, por lo general, se administra en grandes cantidades como 1 millón de unidades o medio millón de unidades, no así en los servicios de pediatría, donde se administra en pequeñas cantidades y la solución se obtiene utilizando la metodología que se explicó anteriormente.

5.2. Administración de medicamentos cuando el soluto se expresa en gramos o miligramos

Para los medicamentos que su soluto se expresa en miligramos o en gramos no se menciona medicamento específico, sino que la sustancia del soluto se utiliza en forma literal para algunos problemas.

De la historia clínica de la paciente de la cama 12, AM, se toma la indicación de administrar por vía endovenosa 45 mg de sustancia A en solución al 1 %. ¿En cuántos mililitros de agua para inyección se debe diluir el bulbo de A de 250 mg? ¿Cuántos mililitros de la disolución se le administra a la paciente?

Primer paso 1

Expresar los gramos en miligramos

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$$

Segundo paso 2

Expresar el porcentaje en función de la concentración.

Datos

$$ms = 1\,000 \text{ mg}$$

$$md = 100 \text{ mL}$$

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{1000 \text{ mg}}{100 \text{ mL}} = 10 \text{ mg/mL}$$

En 1 mL hay 10 mg.

$$1 \text{ mL} \text{ ————— } 10 \text{ mg}$$

$$X \text{ mL} \text{ ————— } 250 \text{ mg}$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 250 \text{ mg}}{10 \text{ mg}} = 25 \text{ mL}$$

Tercer paso

Determinar la cantidad de mililitros de la disolución.

$$1 \text{ mL} \text{ ————— } 10 \text{ mg}$$

$$X \text{ mL} \text{ ————— } 45 \text{ mg}$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 45 \text{ mg}}{10 \text{ mg}} = 4,5 \text{ mL}$$

Respuestas: El frasco de 250 mg se debe diluir en 25 mL para que quede al 1 %. Se administran 4,5 mL de la solución al 1 %.

5.2.1. Administración de medicamentos cuando el disolvente es una solución

¿Cuántos mililitros se deben administrar a un paciente que tiene indicado 100 mg de una sustancia B por vía endovenosa en una disolución de agua para inyección al 2 %?

Primer paso

Expresar los gramos en miligramos.

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$$

$$2 \text{ g } \% = 2 \cdot 1\,000 = 2\,000 \text{ mg}$$

Segundo paso

Expresar el porcentaje en función de la concentración.

Datos

$$ms = 2\,000 \text{ mg}$$

$$md = 100 \text{ mL}$$

$$C = ?$$

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{2\,000 \text{ mg}}{100 \text{ mL}} = 20 \text{ mg/mL}$$

En 1 mL hay 20 mg.

Tercer paso

Averiguar la cantidad de mililitros que se debe administrar para que contenga los 100 mg indicados.

Datos

$$1 \text{ mL} = 20 \text{ mg}$$

$$20 \text{ mg} = X$$

$$1 \text{ mL} \text{ ————— } 20 \text{ mg}$$

$$x \text{ mL} \text{ ————— } 100 \text{ mg}$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 100 \text{ mg}}{20 \text{ mg}} = 5 \text{ mL}$$

Respuesta: Se deben administrar 5 mL de la sustancia B.

5.2.2. Administración de medicamentos para expresar los miligramos en gramos

Un gramo de una sustancia C está diluida en 10 mL de agua para inyección, al paciente se le tiene indicado administrar 125 mg de esa sustancia. ¿Qué cantidad de mililitro se le administra? ¿Qué tipo de jeringuilla se debe seleccionar para administrar el medicamento?

Primer paso

Debemos expresar los gramos en miligramos.

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$$

Segundo paso

Determinar la cantidad de mililitros.

Datos

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$$

$$\text{ámp} = 10 \text{ mL}$$

$$\text{cantadm} = 125 \text{ mg}$$

$$X = ?$$

$$10 \text{ mL} \text{ ————— } 1\,000 \text{ mg}$$

$$X \text{ mL} \text{ ————— } 125 \text{ mg}$$

$$X \text{ mL} = \frac{10 \text{ mL} \cdot 125 \text{ mg}}{1\,000 \text{ mg}} = \frac{125}{100} = 1,25 \text{ mL}$$

Respuestas: Se deben administrar 1,25 mL, es decir, 1 mL y 25 cent o lo que es lo mismo 1 1/4 mL. Se debe seleccionar para administrar cualquier jeringuilla de 2 mL, 3 mL, 5 mL y 10 mL, pero nunca la jeringuilla de 1 mL pues dañaríamos al paciente inyectándolo dos veces.

5.2.3. Administración de medicamentos combinando el método de la concentración con el método FAYRA

Un bulbo de sustancia D contiene 100 mg, el médico orienta que se disuelva en 4 mL y que le administren al paciente 2 mg de la solución obtenida. ¿En cuántos mililitros están contenidos los 2 mg? ¿Qué tipo de jeringuilla se debe seleccionar para administrar el medicamento?

Primer paso

Debemos expresar los gramos en miligramos.

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$$

Segundo paso

Determinar la cantidad de mililitros.

Datos

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg}$$

$$\text{amp} = 4 \text{ mL}$$

$$\text{cantadm} = 2 \text{ mg}$$

$$\text{Bulbo D} = 100 \text{ mg}$$

$$X = ?$$

4 mL ————— 100 mg

X mL ————— 2 mg

$$X \text{ mL} = \frac{4 \text{ mL} \cdot 2 \text{ mg}}{100 \text{ mg}} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ mL}$$

Tercer paso

Determinar el tipo de jeringuilla.

Como la cantidad administrar es de 8 cent para la jeringuilla de $J_{100} = 2 \text{ mg} = 8 \text{ cent} = 8 \text{ r}$. Para el resto de las jeringuillas se utiliza cualquiera de los métodos explicados como, por ejemplo, ir de J_{100} a J_{80} aplicamos factor de conversión que es $J_{80}/J_{100} = 0,8$, pues se debe ir de la jeringuilla de mayor número de centésimas a la de menor, se multiplica por 0,8 para la jeringuilla J_{80} .

$$J_{80} = 2 \text{ mg} = 0,8 \cdot 8 \text{ cent} = 6,4 \text{ cent} = 6,4 \text{ r}.$$

Para la J_{40} y J_{20} se obtiene el resultado comparando ambas jeringuillas con la de J_{80} y se dividen las centésimas totales entre dos, o sea, se le halla la mitad.

$$J_{80} = 2 \text{ mg} = 3,2 \text{ cent} = 3,2 \text{ r}$$

$$J_{40} = 2 \text{ mg} = 1,6 \text{ cent} = 1,6 \text{ r}$$

Respuestas: Se deben administrar es 0,08 mL o sea 8 cent. Se puede utilizar cualquier jeringuilla utilizando los métodos de cálculo estudiados.

Observaciones: en ocasiones las indicaciones médicas solo se limitan a indicarle al personal de enfermería que de una sustancia determinada administre, por ejemplo, 1 décima; es más le señalan que con la J_{80} cargue 8 rayas del medicamento determinado; esta indicación está inconclusa, pues no le especifica la cantidad de sustancia que debe administrar, es decir, cuántos miligramos o gramos, están contenidos en la décima.

Es responsabilidad del personal de enfermería identificar la presentación del frasco, es decir, su concentración y realizar las operaciones pertinentes para que puedan reportar en la hoja de cumplimiento, la cantidad específica de soluto que se le administró al paciente, expresando cuántos miligramos, gramos o unidades internacionales estaban medidas en el volumen del líquido; porque señalar solo el volumen que se administra sin identificar la concentración, puede conllevar a equívocos, convirtiéndose en una iatrogenia.

Capítulo 6

Metodología para variar la concentración de las soluciones

El término concentración está definido como:

$$\text{Concentración} = \frac{\text{cantidad de materia}}{\text{espacio que ocupa}}$$

En el caso particular en que la cantidad de materia se mide en unidades de masa y el espacio ocupado en unidad de volumen, la concentración se llama *densidad*, que es la relación entre el peso y el volumen de un cuerpo:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa (g, mg, u)}}{\text{volumen (mL)}}$$

Como en capítulos anteriores es necesario revisar algunos conceptos que faciliten la mejor comprensión del desarrollo de las situaciones problemáticas y de la forma más útil para su solución; como la situación fundamental es la de variar la concentración de una solución convirtiéndola de isotónica a hipertónica, utilizando especies de su misma composición lo que es posible por las leyes físico-química que las definen.

Ley de acción de las masas

La velocidad de una reacción química es proporcional a las concentraciones de las especies que reaccionan, o sea, al producto de las concentraciones de todas las especies químicas que realmente participan.

Relación entre la concentración del fármaco y la dosis

La relación entre la dosis de un fármaco y la respuesta observada en la clínica puede ser compleja. Sin embargo, un sistema *in vitro* controlado con sumo cuidado suele ser siempre la relación entre la concentración de un fármaco y su efecto y puede describirse con precisión matemática.

Por lo general, las respuestas a dosis bajas de un fármaco aumentan en proporción directa con la dosis, tanto en los animales como en los seres humanos. Sin embargo, a medida que aumenta la dosis, la respuesta disminuye, por último

se puedes alcanzar dosis en las cuales no se observa un mayor aumento de las respuestas.

En sistemas ideales o *in vitro* la relación se describe con una curva hiperbólica entre la concentración del fármaco y el efecto de acuerdo con la ecuación:

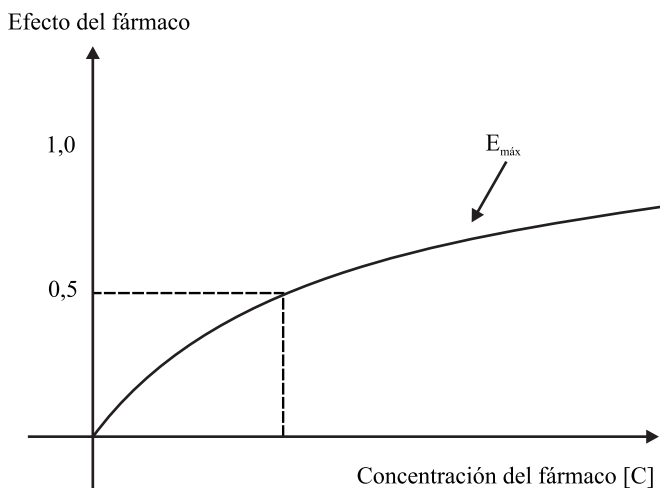
$$E = \frac{E_{\text{máx}} [c]}{[c] + K_{\text{act}}}$$

Donde:

E: es el efecto que se observa a una concentración [c].

$E_{\text{máx}}$: es la respuesta máxima que puede producir un fármaco.

K_{act} : es la concentración del fármaco que produce la mitad del efecto máximo a menor, esta concentración K_{act} se denomina $E_c 50$ (concentración necesaria para producir un 50 % del efecto máximo).



La semejanza de esta relación hiperbólica con la ley de acción de las masas predice la asociación entre las moléculas de una afinidad dada que actúan por unión (ocupación) a un tipo diferente de moléculas biológicas con una afinidad característica para el fármaco receptor.

El conocimiento de estos conceptos amplía el nivel de información lo que permite ser más celoso en la observación de los pacientes que se están hidratando con soluciones que tienen aumentada su concentración; la que se le adiciona a la venoclisis como, por ejemplo, lidocaína, antibiótico, vitamina entre otras.

Para variar la concentración que está definida a un porcentaje determinado se utilizan ampullas de soluciones hipertónicas de la misma especie, pero a un porcentaje más elevado, cuando el estado físico de las sustancias que se van a mezclar es líquido, se necesita definir la difusión entre dos líquidos, lo cual facilita su mejor interpretación.

Difusión entre dos líquidos

Recibe este nombre el fenómeno en virtud del cual dos líquidos que se encuentran en un mismo recipiente se mezclan espontánea y progresivamente por efecto de sus fuerzas moleculares, que deben ser:

- De distinta naturaleza.
- Diferentes grados de concentración y susceptibles de mezclarse, pero sin acción química.

Para cada cuerpo y el mismo disolvente, la presión osmótica es directamente proporcional a la concentración de la disolución, o sea, al peso del cuerpo disuelto en la unidad de volumen del disolvente.

Presión osmótica

Las soluciones diluidas de los sólidos en líquidos presentan todos los caracteres de la materia en estado gaseoso, en la misma forma que las moléculas gaseosas tienden a ocupar un volumen mayor, así también las moléculas de un sólido disuelto en el seno de un líquido tienden a separarse unas de otras para esparcirse en una mayor cantidad de líquido; como se comprende, las moléculas ejercen contra las paredes del vaso que la contiene una fuerza molecular como si el solvente no existiese, fuerza que constituye la presión osmótica, que se mide por la presión que se desarrolla en el agua a través de una membrana semipermeable para incorporarse en la solución y disminuir su concentración molecular, ella es mayor cuanto mayor es la concentración de la solución.

La presión osmótica de una solución es proporcional a su concentración molecular, es decir, al número de moléculas disueltas en la unidad de volumen de la solución, pero es independiente de la naturaleza de las moléculas, pues si en un litro de agua disolvemos tres moléculas de cloruro de sodio tendremos la misma presión osmótica que si disolviéramos una molécula de cloruro de sodio más una molécula de nitrato de potasio más una molécula de clorato de potasio.

Si dos soluciones separadas por una membrana semipermeable no ejercen variaciones de presión se denominan *isotónicas* o *isosmótica* porque tienen la misma presión osmótica, para que esto suceda es necesario que las soluciones tengan igual concentración molecular, si tienen mayor concentración se llaman *hiperosmótica* o simplemente *hipertónica*.

Las leyes de la presión osmótica siguen las mismas leyes de la materia en estado gaseoso:

- *Ley de Boyle-Mariotte*: a temperatura constante la presión osmótica es directamente proporcional a la concentración molecular de la solución.
- *Ley de Avogadro*: las soluciones de igual presión osmótica sometidas a la misma temperatura son equimoleculares, es decir, contienen el mismo número de moléculas.

- *Ley de Gay Lussac*: la presión osmótica es directamente proporcional a la temperatura absoluta de la solución, cuando la concentración molecular se mantiene constante.
- *Ley de Dalton*: en una solución de moléculas heterogéneas, cada molécula desarrolla la misma presión osmótica como si estuviera aislada, por lo tanto, la presión total es igual a la suma de las presiones parciales de las moléculas componentes de las soluciones.

Estas leyes formuladas por Van't Hoff no fueron confirmadas por la experiencia para las soluciones acuosas de materias orgánicas electrolíticas (glucosa), en cambio para las soluciones acuosas de materias inorgánicas electrolíticas (ácido, sales, bases) se han encontrado valores más grandes, pues se comportan como si tuvieran mayor número de moléculas doble o triple del número de moléculas realmente contenidas en la solución, y son denominadas *presiones osmóticas anómalas*.

Las presiones osmóticas anómalas fueron explicadas por Van't Hoff y Arrhenius, ellos expresaron que las moléculas están disociadas en dos o tres electrones y el movimiento de estos iones es el que contribuye a la producción de la presión osmótica en las soluciones de las moléculas inorgánicas.

La presión osmótica es menor para los coloides que para los cristaloides, pues se ejerce a nivel de la membrana celular, membrana semipermeable imperfecta; pues si la presión osmótica de los líquidos intracelulares es más alta que la del medio donde las células están situadas se embeben absorbiendo agua y en caso contrario ceden agua.

Regulación de la presión osmótica (osmorregulación)

La presión osmótica de la sangre se regula perfectamente por medio del emuntorio renal, mediante la secreción de la orina y de las glándulas sudoríparas, por la secreción sudoral.

6.1. Metodología que se debe utilizar para variar la concentración de las soluciones isotónicas a hipertónicas

La variación de la concentración de las soluciones isotónicas a hipertónicas se realiza con sustancias de la misma especie.

Método analítico por pasos

Este método se explica siguiendo el mismo estilo empleado en los capítulos anteriores, es decir, se utiliza una situación problémica y a partir de ella se da solución a la situación planteada.

1. En la reserva de medicamentos hay frasco de suero glucosado al 5 % de 1 000 mL, y ampula de glucosa hipertónica al 25% de 10 mL, se necesita preparar un frasco de 1 000 mL al 10 %.

- a) ¿Qué % le falta al frasco que está al 5 % para que la concentración quede al 10 %?

A la concentración del frasco que está al 10 % se le resta la concentración que está al 5 %. $10\% - 5\% = 5\%$

Respuesta: Falta un 5 % para igualar la concentración indicada.

- b) ¿Cuántas ampulas de glucosa hipertónica se le adiciona al frasco al 5 % para variar su concentración y llevarlo al 10 %?

Se debe trabajar con la concentración del ampula para obtener la cantidad de mililitros que contenga el 5 % que se necesita.

Datos

Fórmula

$C = ?$

$ms = 25 \text{ g}$

$md = 100 \text{ mL}$

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{25 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 0,25 \text{ g/mL}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL} \text{ ————— } 0,25 \text{ g} \\ X \text{ mL} \text{ ————— } 5 \text{ g} \end{array} \quad X \text{ mL} = \frac{1 \cdot 5}{0,25} = \frac{5}{0,25} = \frac{5 \cdot 100}{0,25 \cdot 100} = \frac{500}{25} = 20 \text{ mL}$$

En 20 mL están contenidos los 5 g que se necesitan, como el ampula es de 10 mL son necesarias 2 ampulas por cada 100 mL.

100 mL ————— 5 g ————— 20 mL ————— 2 ampulas

x ————— 10

1 000 mL ————— 50 g ————— 200 ————— 20 ampulas

Respuesta: Se necesitan 20 ampulas de glucosa hipertónica al 25 % para variar la concentración.

2. En un servicio de neonato se necesita administrar suero glucosado al 15 % en 300 mL. En la reserva de medicamentos hay frascos de 300mL al 5 % y ampula de glucosa hipertónica al 50 % en 20 mL.

- a) ¿Cuántos mililitros de glucosa hipertónica al 50 % se le adicionan al frasco al 5 %?

La concentración del frasco que se posee es al 5 %. Se necesita frasco con concentración al 10 %. $15\% - 5\% = 10\%$.

Averiguar qué concentración posee el ampula por mililitro.

Datos

Fórmula

$C = ?$

$ms = 50 \text{ g}$

$md = 100 \text{ mL}$

1 mL ————— 0,5g

X mL ————— 10 g

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{50}{100} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ g/mL}$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 10 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} = \frac{10 \cdot 10}{0,5 \cdot 10} = \frac{100}{5} = 20 \text{ mL}$$

Respuesta: Se le adicionan 20 mL de glucosa hipertónica al 50 %.

- b) ¿En cuántas ámpulas están contenidas los mililitros que se necesitan para variar la concentración del frasco de 300 mL?

Los 20 mL están contenidos en un ámpula.

100 mL ————— 10 g ————— 20 mL ————— 1 ámpula

x ————— 3

300 mL ————— 30 g ————— 60 mL ————— 3 ámpulas

Respuesta: Se necesitan 3 ámpulas.

6.1.1. Aumentar el volumen cuando se le varía la concentración al frasco

En ocasiones el volumen del líquido que se adiciona al frasco de suero es tan grande que produce variaciones en el goteo del suero.

En la historia clínica del paciente de la cama 10, JS, se obtiene la información de administrar suero glucosado al 10 % en 500 mL a durar 5 horas. En la reserva de medicamentos se tiene frasco de 500 mL de suero glucosado al 5 % y ámpula de glucosa hipertónica al 50 % de 20 mL.

- ¿A cuántas gotas por minuto se administra la venoclisis?

Datos

Fórmula

Vol(t) = 500 mL

T = 5 horas

Gt = ?

$$Gt = \frac{\text{Vol}(t)}{T \cdot 3} = \frac{500}{5 \cdot 3} = \frac{100}{3} = 33,3 \text{ gt/min}$$

Respuesta: Se puede administrar aplicando el proceso de atención de enfermería a 33 gt/min o 34 gt/min.

- ¿Cuántas ámpulas de glucosa hipertónica se le adiciona al frasco al 5 % para llevar la concentración al 10 %?

La concentración del frasco 5 %. La indicación médica 10 %.

10 % – 5 % = 5 %, falta el 5 % para igualar la concentración indicada.

Datos

Fórmula

C = ?

ms = 50 g

md = 100 mL

ámp 5 % = 20 mL

1 mL ————— 0,5 g

X mL ————— 5 g

$$C = \frac{\text{ms}}{\text{md}} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ g/mL}$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 5 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} = \frac{5 \cdot 10}{0,5 \cdot 10} = \frac{50}{5} = 10 \text{ mL}$$

En 10 mL encontramos los 5 g que se necesitan para cada 100 mL de disolución, como el ámpula es de 20 mL se necesita media ámpula.

$$\begin{array}{rclcl}
 100 \text{ mL} & \text{————} & 5 \text{ g} & \text{————} & 10 \text{ mL} & \text{————} & 1/2 \text{ ámpulas} \\
 x & & & & & & 5 \\
 \hline
 500 \text{ mL} & \text{————} & 25 \text{ g} & \text{————} & 50 \text{ mL} & \text{————} & 2 \text{ } 1/2 \text{ ámpulas}
 \end{array}$$

Respuesta: Se necesitan 2 1/2 ámpulas de 20 mL.

- Explique si la velocidad del goteo se mantiene igual después que se varía la concentración para que se mantenga la duración de la venoclisis a 5 horas. Como el volumen total se incrementa en 50 mL tenemos 500 mL + 50 mL = 550 mL. Para 550 mL se calcula el goteo de nuevo y comparamos para comprobar si la velocidad de las gotas por minutos varía o es la misma.

Datos

Fórmula

Vol (t) = 550 mL

T = 5 horas

Gt = ?

$$Gt = \frac{\text{Vol}(t)}{T \cdot 3} = \frac{550}{5 \cdot 3} = \frac{110}{3} = 36,6 \text{ gt/min}$$

Respuesta: Para este problema aplicamos el proceso de atención de enfermería para poder aproximar por exceso o por defecto, que serían 36 gt/min por defecto y 37 gt/min por exceso.

Comparando ambos goteos comprobamos que la velocidad de caída de las gotas varía, pues para 500 mL el goteo es de 33 gt/min o 34 gt/min, pero para 550 mL el goteo es de 36 gt/min o 37 gt/min, por lo tanto, se debe tener en cuenta estas variaciones para cumplimentar la indicación con exactitud.

6.1.2. Variar la composición del suero utilizando especies diferentes

En estos problemas las especies que se utilizan para variar la composición pueden ser sustancias como las vitaminas, la lidocaína, antibióticos, entre otras.

1. En el servicio de terapia intensiva ingresa un paciente con un resucitación cardiopulmonar, se le indica administrar 1 500 mg de lidocaína en 1 000 mL de dextrosa al 5 % a 20 gt/min. En la reserva de medicamento hay en existencia ámpulas de lidocaína al 2 % en 20 mL.

- a) ¿Cuántos mililitros se deben adicionar al frasco de suero de lidocaína al 2 %?

Como la cantidad de lidocaína que se debe administrar está expresada en miligramos y el ámpula de lidocaína está en gramos se deben convertir los miligramos en gramos.

$$1 \text{ g} = 1\,000 \text{ mg} = 10^3 \text{ mg}$$

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ g} & \text{————} & 1\,000 \text{ mg} \\
 X \text{ g} & \text{————} & 1\,500 \text{ mg}
 \end{array}
 \quad
 X \text{ g} = \frac{1 \text{ g} \cdot 1\,500 \text{ mg}}{1\,000 \text{ mg}} = \frac{15}{10} = 1,5 \text{ g}$$

Una vez expresado los miligramos en gramos se trabaja con la concentración del ámpula.

Datos

C = ?

ms = 2 g

md = 100 mL

1 mL ——— 0,02 g

X mL ——— 1,5 g

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 1,5 \text{ g}}{0,02 \text{ g}} = \frac{1,5 \cdot 100}{0,02 \cdot 100} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mL}$$

Fórmula

$$C = \frac{\text{ms}}{\text{md}} = \frac{2 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 0,02 \text{ g/mL}$$

Respuesta: Al frasco de suero de lidocaína al 2 % se adicionan 75 mL.

- b) ¿En cuántas ámpulas están contenidas la cantidad de mililitros que hay que adicionarles al frasco de 1 000 mL?

1 ámp ——— 20 mL

X ámpa ——— 75 mL

$$X \text{ ámp} = \frac{1 \text{ ámp} \cdot 75 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} = \frac{75}{20}$$

$$X \text{ ámp} = 3,75 \text{ ámp} = 3 \frac{3}{4} \text{ ámp}$$

Respuesta: Los 75 mL están contenidos en 3 3/4 ámpulas.

Observaciones: Como se ha explicado en los problemas anteriores se cambia la concentración de la sustancia con componentes de la misma especie, pero también como la composición se varía adicionándole sustancias de especies diferentes como, por ejemplo, cuando se le adiciona a los sueros antibióticos, vitaminas, entre otras.

6.2. Métodos para transformar una solución concentrada en otra más diluida

En la actualidad se da menos importancia a la antisepsia química y se concede mayor interés al agua y jabón para la limpieza combinada con la quimioterapia, pero los antisépticos siguen siendo eficaces para la desinfección de la piel, mucosa, lesiones superficiales y heridas infectadas; se utilizan en concentraciones diversas y diluidas que responden al uso específico; por lo que se hace necesario saber preparar soluciones diluidas o de menor concentración a partir de otra de mayor concentración, pues los productos farmacéuticos responden a una concentración específica y su utilización para la aplicación de los distintos procedimientos depende de una serie de factores como talla, peso, edad, sexo, superficie corporal, características del medicamento, así como la idiosincrasia del paciente o si la desinfección se va a realizar en el quirófano o en algún instrumental.

6.2.1. Convertir una solución concentrada al tanto por ciento en otra más diluida

En estos problemas no se van a utilizar situaciones específicas sino que se explicarán de forma general, ya que las situaciones problemáticas son numerosas

en las que se hace necesario variar la concentración como, por ejemplo, en los salones de parto se indica para después de la ligadura del cordón la aplicación de tintura de yodo a la superficie cruenta y limpieza final con alcohol al 70 % o realizar la profilaxis ocular con solución mixta de nitrato de plata al 1 % de reciente preparación o solución de sulfa al 5 %.

1. Convertir una solución al 40 % en otra más diluida al 2%.

Primer paso

Se trabaja con el porcentaje de la solución más concentrada.

Datos

Fórmula

$$C = ?$$

$$ms = 40g$$

$$md = 100 \text{ mL}$$

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{40 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 0,4 \text{ g/mL}$$

La solución concentrada contiene en 1 mL 0,4g.

Segundo paso

Relacionar el mililitro de la solución concentrada para obtener la cantidad que se debe tomar para preparar la solución más diluida.

$$1 \text{ mL} \text{ ————— } 0,4 \text{ g}$$

$$X \text{ mL} \text{ ————— } 2 \text{ g}$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 2 \text{ g}}{0,4 \text{ g}} = \frac{2 \cdot 10}{0,4 \cdot 10} = \frac{20}{4} = 5 \text{ mL}$$

Respuesta: Se toman 5 mL de la solución al 40 % y se le adicionan 95 mL de agua destilada y estéril quedando la solución al 2 %.

2. ¿Cuántos mililitros de agua destilada y estéril se deben adicionar para obtener una solución al 1 %, a partir de una solución más concentrada al 10 %?

Primer paso

Se trabaja con el 10 % de la solución concentrada.

Datos

Fórmula

$$C = ?$$

$$ms = 10 \text{ g}$$

$$md = 100 \text{ mL}$$

$$C = \frac{ms}{md} = \frac{10 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 0,1 \text{ g/mL}$$

La solución concentrada contiene 0,1 g en 1 mL.

Segundo paso

Relacionar la cantidad de gramos obtenidos en 1 mL de la solución concentrada para obtener el volumen que se debe tomar para preparar la solución más diluida.

$$1 \text{ mL} \text{ ————— } 0,1 \text{ g}$$

$$X \text{ mL} \text{ ————— } 1 \text{ g}$$

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 1 \text{ g}}{0,1 \text{ g}} = \frac{1 \cdot 10}{0,1 \cdot 10} = \frac{10}{1} = 10 \text{ mL}$$

Respuesta: Se toman 90 mL de agua destilada y estéril y se le adiciona 10 mL de la solución concentrada para que quede al 1%.

3. Para preparar una solución al 0,5 %. ¿Cuántos mililitros se deben tomar de una solución al 20 %?

Primer paso

Se trabaja con el 20 % de la solución concentrada para obtener la cantidad de mililitros que se deben tomar para preparar la solución más diluida.

Datos

C = ?

ms = 20 g

md = 100 mL

Fórmula

$$C = \frac{\text{ms}}{\text{md}} = \frac{20 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = 0,2 \text{ g/mL}$$

Segundo paso

Se toma la cantidad de gramos que contiene 1 mL de la solución concentrada y se relaciona con los gramos de la solución más diluida.

1 mL ——— 0,2 g

X mL ——— 0,5 g

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 0,5 \text{ g}}{0,2 \text{ g}} = \frac{0,5 \cdot 10}{0,2 \cdot 10} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ mL}$$

Respuesta: Se deben tomar de la solución concentrada 2,5 mL y se le adicionan 97,5 mL de agua destilada y estéril.

6.2.2. Método FAYRA.CONC para variar la concentración de las soluciones isotónicas a hipertónicas

Este método permite variar la concentración de una solución isotónica a hipertónica de forma fácil y rápida, donde se evita realizar las operaciones aritméticas con decimales y fracciones de división y multiplicación que por su grado de complejidad demora el resultado.

Se utilizan cuatro variables: X, Y, Z, R que están definidas como:

X: cantidad de gramos que se obtienen de restarle al frasco de mayor porcentaje del que tiene menor. Por ejemplo: frasco 10 % – 5 % = 5 g por cada 100 mL, esto explica que X va a ser igual a 5 g y que puede variar en función de las concentraciones de los frascos, pero al mismo tiempo da el resultado de Z, que será igual a 100 mL que está definida por el porcentaje; Z será constante sin tener ninguna variación.

Y: se define a partir de la concentración del ámpula, donde establece la cantidad de gramos de acuerdo con el porcentaje para 10 mL. Por ejemplo: un ámpula al 50 % si se divide entre 10 mL es igual a 5 g, pero si la concentración del

ámpula varía, como por ejemplo, al 25 %, al 20 % o al 10 % Y va a variar en función de la concentración del ámpula. A continuación aparecen las concentraciones señaladas:

$$50 \text{ \%}/10 \text{ mL} = 5 \text{ g.}$$

$$25 \text{ \%}/10 \text{ mL} = 2,5 \text{ g.}$$

$$20 \text{ \%}/10 \text{ mL} = 2 \text{ g.}$$

$$10 \text{ \%}/10 \text{ mL} = 1 \text{ g.}$$

R: número que se obtiene del volumen del frasco, por lo que varía con la cantidad de mL que posea el frasco a utilizar. Por ejemplo:

$$\text{Para frascos de 500 mL} \quad R = 5$$

$$\text{Para frascos de 1 000 mL} \quad R = 10$$

$$\text{Para frascos de 250mL} \quad R = 2,5$$

Z: constante igual siempre a 100 mL, no varía por estar expresado por el porcentaje.

1. Al paciente MJC de la cama 12 del servicio de neonatología se le toma la indicación de administrar suero glucosado al 10 % a durar 8 horas. En la reserva de medicamentos se posee frasco de suero glucosado al 5 % de 500 mL y ámpula de glucosa hipertónica de 10 mL al 50 %. ¿Cuántos gramos se necesita para llevar el frasco que está del 5 % al 10 %? ¿Cuántas ámpulas de glucosa al 50 % de 10 mL se necesita para variar la concentración?

Datos

Frasco al 5 % = 500 mL

Ámpula de glucosa hipertónica al 50 % de 10 mL

X y Z se obtienen de restar el porcentaje del frasco que se necesita preparar al que se le resta el porcentaje del frasco que posee.

$$10 \text{ \%} - 5 \text{ \%} = 5 \text{ g para 100 mL}$$

$$X = 5 \text{ g}$$

$$Z = 100 \text{ mL}$$

Y se obtiene de dividir el 50 % entre 10 mL que es igual a 5 g por cada 10 mL, que a su vez representa los 5 g que se necesita para variar la concentración por cada 100 mL.

R = 5 número de referencia que se obtiene de los 500 mL del frasco.

X	Y	Z	Comprobación 5 g		
5 g	10 mL	100 mL	5 g	10 mL	100 mL
x		R = 5	10 g	20 mL	200 mL
25 g	50 mL	500 mL	15 g	30 mL	300 mL
			20 g	40 mL	400 mL
			25 g	50 mL	500 mL

Respuestas: Se necesitan 5 g por cada 100 mL, lo que es igual para 500 mL 25g total. Ámpula de 10 mL al 50 %, se necesitan 5 ámpulas a 50 mL.

Conclusiones

El método FAYRA.CONC cuando se ejercita permite por cálculo mental obtener directamente la solución del problema, tomando como referencia la cantidad de gramos que se necesita, que se obtiene de la resta de ambos frascos que expresa la cantidad de gramos por cada 100 mL y se multiplica por el número de referencia que está dado por la cantidad de mililitros del frasco al que se vaya a variar la concentración.

Capítulo 7

Administración de medicamentos por kilogramos de peso basado en la relación entre el peso y la superficie corporal

El personal de enfermería administra los medicamentos por kilogramo de peso, pero para que este hecho se produzca, antes el médico debe calcular atendiendo a la relación que existe entre ambas y teniendo en cuenta la patología del paciente y la cantidad necesaria de gramos, miligramos, unidades internacionales, que este requiere en correspondencia con el tipo de medicamentos y la idiosincrasia, edad, talla y peso, pero esto es una cadena, pues se hace necesario tener algunas nociones sobre los procesos metabólicos para su mejor interpretación.

- *Metabolismo*: nombre que se da al conjunto de transformaciones químicas y biológicas que ocurren en el organismo y que constituyen el acto de nutrición, comprende la asimilación o anabolismo y la desasimilación o catabolismo.
- *Basal*: término introducido por Plummer y Bwothby para indicar, en relación con la superficie corporal, la intensidad de combustiones en el organismo.

Toda persona, por el solo hecho de vivir, transforma incesantemente materia y energía, lo cual aparece finalmente en forma de calor desprendido en reposo absoluto. Y bien *la menor cantidad de energía consumida o de calor desprendido por un sujeto en 24 horas*.

El metabolismo basal representa el consumo mínimo indispensable de energía para mantener la vida. Es la suma de energía mínima consumida por el funcionamiento del protoplasma de todas las células del organismo durante el reposo corporal absoluto, más el funcionamiento normal de los demás órganos (corazón, riñón, pulmón, músculos respiratorios, fibras lisas del tubo digestivo, el tono de los músculos lisos y estriados en general), que prácticamente medimos en función del intercambio respiratorio interno entre los materiales de las células de los tejidos y el oxígeno de la linfa intersticial.

Importancia clínica del metabolismo de los fármacos

La dosis y la frecuencia de administración que se requiere para alcanzar cifras sanguíneas y tisulares que sean eficaces para la terapéutica, varía en dis-

tintos pacientes en virtud de las diferencias individuales, en la distribución del fármaco y la velocidad del metabolismo y de su eliminación.

Estas diferencias están determinadas por factores genéticos como la edad sexo, tamaño hepático, función hepática, ritmo cardiaco, temperatura corporal y factores nutricionales y ambientales, como la exposición concomitante a inductores o a inhibidores del metabolismo de fármacos.

Según estudios realizados en los lactantes y niños para conocer las diferencias fundamentales de la actividad metabólica es necesario realizar ciertos ajustes. Particularmente en la administración de drogas en el periodo neonatal.

- *Metabolimetría:* el metabolismo basal ha de ser medido sometiendo al sujeto en las condiciones basales, que es *la persona en reposo absoluto, acostado y vestido, inmóvil y en relajación muscular completa durante las 12 horas que preceden a la operación*, acostumbrándose administrarle durante la víspera una alimentación de hidratos de carbono para llevar en lo posible el cociente respiratorio a la unidad. En estas condiciones el valor del metabolismo basal es una *constante fisiológica del organismo* que se expresa en calorías grandes por metro cuadrado de superficie corporal y por hora, igual a *40 calorías grandes por metro cuadrado de superficie corporal y por hora*, valor que es constante para las personas de la misma edad y sexo. Las leyes que la rigen son:
 - *Ley de la talla:* en los animales homotermos, el gasto calórico aumenta a medida que la talla disminuye.
 - *Ley de la superficie:* en los animales homotermos el gasto calórico es constante por unidad de superficie.

¿Por qué se relaciona el metabolismo basal en función de la superficie corporal de la persona y no en función de su peso corporal?

Se hace porque el metabolismo basal por kilogramo de peso es *tanto mayor cuanto menor es el peso de la persona (ley de la talla)*, en otros términos, un animal de gran tamaño que tiene en relación a su peso un metabolismo básico más reducido que un animal de pequeño tamaño:

	Peso corporal (kg)	Calorías grandes por kilogramo de peso corporal
Caballo	400	11
Hombre	70	32
Perro	30	35
Perro	17	45
Perro	3	85

Mientras que si se determina el valor del metabolismo basal en función de la superficie corporal, los valores son sensiblemente constantes para los de diferentes pesos:

	Peso corporal (kg)	Calorías grandes por metro cuadrado de superficie y por hora
Caballo	400	39,5
Hombre	70	40
Perro	30	40
Perro	17	43
Perro	3	46

Esta diferencia ¿cómo se explica?; por la relación existente entre la producción de calor y la superficie corporal: el consumo lo determina, principalmente el mantenimiento de la temperatura del cuerpo. En efecto:

- La intensidad de la termogénesis es paralela a la intensidad de la termólisis.
- La intensidad de la termólisis es función de la superficie corporal y como la superficie es mayor en un animal de pequeña talla que en uno de talla grande (ley de la superficie), se comprende que la pérdida de calor será mayor en el animal pequeño que en el grande, y por consecuencia, la producción de calor también será mayor, de donde se puede concluir que el metabolismo básico o energético en los animales homotermos es sensiblemente constante para los de diferente peso o talla, pues todos ellos para mantener constante su temperatura necesitan un gasto de 40 calorías grandes por metro cuadrado de superficie corporal por día.

Determinación de la superficie corporal

La superficie corporal puede ser determinada empleando la fórmula de Meech en función de una constante K y del peso corporal:

$$S = K \cdot \sqrt[3]{P^2} = K \cdot P^{2/3}$$

Siendo el valor de K = 12,312 para la especie humana.

La fórmula de Meech suministra datos con un 30 % frecuentemente más elevado que la superficie real del sujeto, por esta razón en la práctica se emplean tablas especialmente confeccionadas, en las que la superficie corporal se determina en función del peso y de la altura del sujeto: la tabla de DuBois y la tabla de Boothby y Sandiford.

También se puede calcular la superficie corporal aplicando la fórmula de Lowe:

$$\text{Superficie corporal (m}^2\text{)} = \sqrt[3]{P^2} \cdot (\text{kg}) \cdot 0,1$$

7.1. Administrar medicamentos por kilogramos de peso y la utilización de unidades internacionales

Estos medicamentos se administran comprobando que el peso del paciente esté expresado en kilogramo, pero si está dado en libras hay que hacer la conversión de las libras a kilogramos. El problema se refiere a la utilización de unidades internacionales.

1. En la historia clínica de la paciente de la cama 5, LR, se toma la indicación de administrar 0,5 u de insulina U40 por kilogramo de peso. La paciente pesa 88 libras. En la reserva de medicamentos no existe frasco de insulina U40, sino de insulina U80.

- a) ¿Cuántos kilogramos pesa la paciente?

Convertir el peso de la paciente expresado en libras a kilogramos.

Datos

$$1 \text{ kg} = 2,2 \text{ lb}$$

$$\text{Peso de la paciente} = 88 \text{ lb}$$

$$\text{Peso en kg} = ?$$

$$1 \text{ kg} \text{ ————— } 2,2 \text{ lb}$$

$$X \text{ kg} \text{ ————— } 88 \text{ lb}$$

$$X \text{ kg} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 88 \text{ lb}}{2,2 \text{ lb}} = \frac{88 \cdot 10}{2,2 \cdot 10} = \frac{880}{22} = 40 \text{ kg}$$

Respuesta: La paciente pesa 40 kg.

- b) ¿Cuántas unidades tiene indicada de acuerdo con su peso?

Datos

$$\text{Cantidad adm} = 0,5 \text{ u/kg de peso}$$

$$\text{Peso de la paciente} = 40 \text{ kg}$$

$$\text{Frasco de insulina} = 40 \text{ u/mL}$$

$$\text{Cantidad de insulina administrar} = ?$$

Como la paciente pesa 40 kg se multiplica el total de unidades que tiene indicado por el peso de la paciente.

$$40 \text{ kg} \cdot 0,5 \text{ u} = 20 \text{ u de insulina U40.}$$

Respuesta: Se deben administran 20 u de insulina U40.

- c) ¿Si hubiera en existencia insulina U40. ¿Qué cantidad de décimas y centésimas se le administra con todas las jeringuillas de 1 mL? Aplique el método FAYRA.

Trabajar con la concentración del frasco para calcular el total de décimas contenidas en las 20 u de U40.

Datos

Frasco = 40 u/mL

Cantidad adm = 20 u

Total de décimas = ?

1 mL ——— 40 u

X mL ——— 20 u

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 20 \text{ u}}{40 \text{ u}} = 0,5 \text{ mL}$$

$$0,5 \text{ mL} = 5 \text{ dc}$$

Aplicamos el método FAYRA a todas las jeringuillas para el frasco de U40.

$$J_{100} = 20 \text{ u} = 50 \text{ cent} = 50 \text{ r} = 5 \text{ dc}$$

$$J_{80} = 20 \text{ u} = 40 \text{ cent} = 40 \text{ r} = 5 \text{ dc}$$

$$\Rightarrow J_{40} = 20 \text{ u} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 5 \text{ dc}$$

$$J_{20} = 20 \text{ u} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r} = 5 \text{ dc}$$

Respuesta: Con todas las jeringuillas se administrarían 5 dc.

- d) ¿Cuántas unidades de U80 se le administra con todas las jeringuillas de 1 mL? Aplique el método FAYRA.

$$J_{100} = 20 \text{ u} = 25 \text{ cent} = 25 \text{ r} = 2,5 \text{ dc.}$$

$$\Rightarrow J_{80} = 20 \text{ u} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$$

$$J_{40} = 20 \text{ u} = 10 \text{ cent} = 10 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$$

$$J_{20} = 20 \text{ u} = 5 \text{ cent} = 5 \text{ r} = 2,5 \text{ dc}$$

Respuesta: Para el frasco U80 se debe administrar es 2,5 dc.

Justifiquemos este resultado trabajando con la concentración del frasco.

Datos

C = ?

ms = 80 u

md = 1 mL

1 mL = 10 dc

Fórmula

$$C = \frac{\text{ms}}{\text{md}} = \frac{80 \text{ u}}{10 \text{ dc}} = 8 \text{ u/dc}$$

$$1 \text{ dc} \text{ ——— } 8 \text{ u}$$

$$1 \text{ dc} \text{ ——— } 8 \text{ u}$$

$$0,5 \text{ dc} \text{ ——— } 4 \text{ u}$$

$$2,5 \text{ dc} \text{ ——— } 20 \text{ u}$$

- e) ¿Qué relación existe entre el frasco de U40 y el frasco de U80?
Para explicar la relación entre el frasco de U40 con el frasco de U80 se aplica el factor de conversión entre ambos frascos.

Datos

Frasco = 80 u

Frasco = 40 u

Factor de conversión

$$\frac{\text{Frasco} = 80}{\text{Frasco} = 40} = \frac{80}{40} = 2$$

$$\frac{\text{Frasco} = 40}{\text{Frasco} = 80} = \frac{40}{80} = 0,5$$

Si para frasco de U40 se administran 5 dc, relacionando el factor de conversión, se debe multiplicar por 0,5 porque se va de una concentración menor a la mayor; $5 \text{ dc} \cdot 0,5 = 2,5 \text{ dc}$. La cantidad se redujo a la mitad, pues U80 es el doble de U40, o viceversa U40 es la mitad de U80, por lo tanto, la cantidad no se altera.

7.2. Administrar medicamentos en miligramos por kilogramo de peso

Este problema requiere el mismo procedimiento de convertir el peso expresado en libras a kilogramos.

1. El paciente de la cama 12, AG, pesa 22 libras y tiene reportado que se le cumpla la indicación de administrarle 2 mg de sustancia A por kilogramo de peso. En la reserva de medicamentos hay en existencia ampulas de A de 50 mg en 2 mL.

- a) ¿Cuántos kilogramos pesa el paciente?

Datos

$$1 \text{ kg} = 2,2 \text{ lb}$$

$$\text{Peso del paciente} = 22 \text{ lb}$$

$$1 \text{ kg} \text{ ————— } 2,2 \text{ lb}$$

$$X \text{ kg} \text{ ————— } 22 \text{ lb}$$

$$X \text{ kg} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 22 \text{ lb}}{2,2 \text{ lb}} = \frac{22 \cdot 10}{2,2 \cdot 10} = \frac{220}{22} = 10 \text{ kg}$$

Respuesta: El paciente pesa 10 kg.

- b) ¿Cuántos miligramos se le administran si la cantidad está contenida en 0,8 mL?

Datos

$$\text{Cantidad adm} = 0,8 \text{ mL}$$

$$\text{peso de paciente} = 10 \text{ kg}$$

$$\text{ms} = 50 \text{ mg}$$

$$\text{md} = 2 \text{ mL}$$

$$C = ?$$

Fórmula

$$C = \frac{\text{ms}}{\text{md}} = \frac{50 \text{ mg}}{2 \text{ mL}} = 25 \text{ mg/mL}$$

$$\text{En 1 mL tiene 25 mg}$$

$$1 \text{ mL} \text{ ————— } 25 \text{ mg}$$

$$0,8 \text{ mL} \text{ ————— } X \text{ mg}$$

$$X \text{ mg} = \frac{0,8 \text{ mL} \cdot 25 \text{ mg}}{1 \text{ mL}} = 20 \text{ mg}$$

Respuesta: Se le administran 20 mg.

- c) Expresa los 0,8 mL en décimas en todas las jeringuillas.

Datos

$$\text{Vol dc} = ?$$

$$\text{Vol mL} = 0,8 \text{ mL}$$

$$K = 10 \text{ dc/mL}$$

Fórmula

$$\text{Vol dc} = \text{Vol mL} \cdot K$$

$$\text{Vol dc} = 0,8 \text{ mL} \cdot 10 \text{ dc/mL}$$

$$\text{Vol dc} = 8 \text{ dc}$$

Respuesta: Los 0,8 mL son igual a 8 dc en todas las jeringuillas

- d) Utilice las distintas jeringuillas de 1 mL, para determinar el medicamento, empleando el método corto.

Datos

$$J_{100} = 100 \text{ cent/mL}$$

$$J_{80} = 80 \text{ cent/mL}$$

$$J_{40} = 40 \text{ cent/mL}$$

$$J_{20} = 20 \text{ cent/mL}$$

$$k = 10 \text{ dc/mL}$$

$$T_{\text{cent}} = ?$$

Fórmula

$$T_{\text{cent}} = \frac{J_x}{k}$$

Total de centésima para cada jeringuillas

$$J_{100} = \frac{100 \text{ cent/mL}}{10 \text{ dc/mL}} = 10 \text{ cent/dc}$$

$$J_{80} = \frac{80 \text{ cent/mL}}{10 \text{ dc/mL}} = 8 \text{ cent/dc}$$

$$J_{40} = \frac{40 \text{ cent/mL}}{10 \text{ dc/mL}} = 4 \text{ cent/dc}$$

$$J_{20} = \frac{20 \text{ cent/mL}}{10 \text{ dc/mL}} = 2 \text{ cent/dc}$$

$$J_{100} = 20 \text{ mg} = 8 \text{ dc} \cdot 10 \text{ cent/dc} = 80 \text{ cent} = 80 \text{ r}$$

$$J_{80} = 20 \text{ mg} = 8 \text{ dc} \cdot 8 \text{ cent/dc} = 64 \text{ cent} = 64 \text{ r}$$

$$J_{40} = 20 \text{ mg} = 8 \text{ dc} \cdot 4 \text{ cent/dc} = 32 \text{ cent} = 32 \text{ r}$$

$$J_{20} = 20 \text{ mg} = 8 \text{ dc} \cdot 2 \text{ cent/dc} = 16 \text{ cent} = 16 \text{ r}$$

7.3. Administración de los medicamentos convirtiendo los miligramos en gramos

Estos problemas se resuelven trabajando toda la problemática en miligramos y al final se hace la conversión a gramos, en función de la relación que existe entre ambos

1. Un paciente que pesa 66 lb tiene indicado que se le administren 5 mg por kilogramo de peso de una sustancia B, el ampula de B tiene 4 mg en un mililitro.
 - a) ¿Cuántos miligramos se le administran? Exprese los miligramos en gramos.

Primer paso

Expresar el peso en kilogramos

Datos

$$1 \text{ kg} = 2,2 \text{ lb}$$

$$\text{Peso} = 66 \text{ lb}$$

$$1 \text{ kg} \text{ ————— } 2,2 \text{ lb}$$

$$X \text{ kg} \text{ ————— } 66 \text{ lb}$$

Peso en kg = ?

$$X \text{ kg} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 66 \text{ lb}}{2,2 \text{ lb}} = \frac{66 \cdot 10}{2,2 \cdot 10} = \frac{660}{22} = 30 \text{ kg}$$

El paciente pesa 30 kg.

Segundo paso

Calcular el total de miligramos que se le administran.

Datos

Peso = 30 kg

1 kg ————— 5 mg

1 kg = 5 mg

30 kg ————— X mg

X mg = ?

$$X \text{ mg} = \frac{30 \text{ kg} \cdot 5 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} = 150 \text{ mg}$$

Tercer paso

Expresar los miligramos en gramos.

1 g = 1 000 mg

1 g ————— 1 000 mg

150 mg = ?

X g ————— 150 mg

$$X \text{ g} = \frac{1 \text{ g} \cdot 150 \text{ mg}}{1 000 \text{ mg}} = 0,15 \text{ g}$$

Respuesta: Se le administra 150 mg, o sea, 0,15 g.

b) ¿Qué volumen de líquido se le administra?

Datos

1 mL = 40 mg

1 mL ————— 40 mg

150 mg = X mL

X mL ————— 150 mg

$$X \text{ mL} = \frac{1 \text{ mL} \cdot 150 \text{ mg}}{40 \text{ mg}} = \frac{15}{4} = 3 \frac{3}{4} \text{ mL}$$

Respuesta: Se administran 3 3/4 mL de líquido.

Observación: En algunos capítulos aparecen clasificaciones que no son las más novedosas, pero el objetivo por el cual se han seleccionado es para rendirle tributo a los científicos que con el decursar del tiempo han dedicado su vida a trabajar por el bienestar de la humanidad y en ocasiones pasan inadvertidos.

Anexos

Anexo 1

Orientaciones metodológicas

Prerrequisitos

Es necesario que se posea buen dominio de las operaciones aritméticas:

- Suma, resta, multiplicación y división de decimales y enteros.
- Suma, resta, multiplicación y división de fracciones.
- Realizar ejercitación combinando las operaciones fundamentales combinando enteros y fracciones.
- Operaciones de ejercitación de máximo común divisor y mínimo común múltiplo.
- Resolver operaciones con ejercicios al tanto por ciento.
- Operaciones de regla de tres y valor porcentual.
- Manejar la potenciación científica.
- Realizar ejercitación con operaciones algebraicas especialmente de despeje de fórmulas.

Orientaciones metodológicas generales

¿Cómo interpretar la relación que existe entre las centésimas y las rayas de las jeringuillas de 1 mL con diferentes escalas?

En el desarrollo del texto se utiliza la expresión centésima = r (las rayas de la jeringuilla de 1 mL, independientemente que no posea 100 r, sino 80 r, 40 r, 20 r en 1 mL), se sabe que el significado de 1 cent = 0,01 en el Sistema Internacional de Unidades, esto se define para 100 objetos o cosas; pero cambia cuando se aplica a 1 r respecto a la jeringuilla de 1 mL que no tienen las 100 r. Se hace necesario utilizar esta expresión por:

- Independientemente que la jeringuilla no posea 100 rayas, la posición que ocupa (1 r) cuando se mide dentro del Sistema Internacional de Unidades es la misma que si la jeringuilla tuviera las 100 r en 1 mL, quedando definida: $0,0x$ mL donde x se moverá en el intervalo siguiente: $1 < x < 10$.
- Esta necesidad se hace manifiesta cuando en un problema la solución obtenida sea igual a $0,0 x$ mL, por lo cual se interpreta que la expresión es menor que 0,1 (1 dc) para la jeringuilla de 100 r = 100 cent.
- Con la aplicación del factor de conversión y el método de FAYRA, se puede obtener la cantidad de rayas para el resto de las jeringuillas cuya escala sea de 80 r, 40 r o 20 r.

- Es importante saber que de acuerdo con la escala de las jeringuillas, la cantidad de 1 r puede adquirir valores diferentes desde 1 r = 1 cent hasta 1 r = 5 cent, donde el rango que adquieren las rayas queda en el intervalo de variación $1 < r < 5$.

Para demostrar la validez de esta hipótesis se utiliza la fórmula $P = n \cdot p$ (Sócrates Rosell, 1963:141) y se aplica a la jeringuilla de 1 mL.

Donde:

p: valor de 1 raya.

n: número de rayas totales en 1 mL de acuerdo con la escala de la jeringuilla.

P: total de centésimas que es igual a 100 rayas en 1 mL.

1. Demostración para la jeringuilla de 100 cent o rayas en 1 mL

Datos

Fórmula

p = ?

$P = n \cdot p$

n = 100 r/mL

P = 100 cent/mL

$$p = \frac{P}{n} = \frac{100 \text{ cent/mL}}{100 \text{ r/mL}} = 1 \text{ cent/r}$$

Comprobación para la hipótesis donde el valor de 1 r = 1 cent teniendo en cuenta su total en 1 mL = 100 cent.

Datos

Fórmula

P = ?

$P = n \cdot p$

p = 1 cent/r

$P = 1 \text{ cent/r} \cdot 100 \text{ r/mL} = 100 \text{ cent/mL}$

n = 100 r/mL

Respuesta: P = 100 cent en 1 mL

2. Demostración para la jeringuilla de 80 cent o rayas en 1 mL.

Datos

Fórmula

p = ?

$P = n \cdot p$

n = 80 r/mL

P = 100 cent/mL

$$p = \frac{P}{n} = \frac{100 \text{ cent/mL}}{80 \text{ r/mL}} = 1,25 \text{ cent/r}$$

Comprobación para la hipótesis de que el valor de 1 r = 1,25 cent teniendo en cuenta que su total es de 1 mL = 80 r.

Datos

Fórmula

P = ?

$P = n \cdot p$

p = 1,25 cent/r

$P = 1,25 \text{ cent/r} \cdot 80 \text{ r/mL} = 100 \text{ cent/mL}$

n = 80 r/mL

Respuesta: P = 100 cent en 1 mL

3. Demostración para la jeringuilla de 40 cent o rayas en 1 mL.

Datos

Fórmula

p = ?

$P = n \cdot p$

$$n = 40 \text{ r/mL} \quad P = 100 \text{ cent/mL} \quad p = \frac{P}{n} = \frac{100 \text{ cent/mL}}{40 \text{ r/mL}} = 2,5 \text{ cent/r}$$

Comprobación para la hipótesis de que el valor de $1 \text{ r} = 2,5 \text{ cent}$ teniendo en cuenta que su total en $1 \text{ mL} = 40 \text{ r}$.

<i>Datos</i>	<i>Fórmula</i>
$P = ?$	$P = n \cdot p$
$p = 2,5 \text{ cent/r}$	$P = 2,5 \text{ cent/r} \cdot 40 \text{ r/mL} = 100 \text{ cent/mL}$
$n = 40 \text{ r/mL}$	

Respuesta: $P = 100 \text{ cent en } 1 \text{ mL}$

4. Demostración para la jeringuilla de 20 cent o rayas en 1 mL

<i>Datos</i>	<i>Fórmula</i>
$p = ?$	$P = n \cdot p$
$n = 20 \text{ r/mL}$	$P = \frac{P}{n} = \frac{100 \text{ cent/mL}}{20 \text{ r/mL}} = 5 \text{ cent/r}$
$P = 100 \text{ cent/mL}$	

Respuesta: $p = 5 \text{ cent en } 1 \text{ mL}$

Comprobación para la hipótesis de que el valor de $1 \text{ r} = 5 \text{ cent}$ teniendo en cuenta que su total en $1 \text{ mL} = 20 \text{ r}$.

<i>Datos</i>	<i>Fórmula</i>
$P = ?$	$P = n \cdot p$
$p = 5 \text{ cent/r}$	$P = 5 \text{ cent/r} \cdot 20 \text{ r/mL} = 100 \text{ cent/mL}$
$n = 20 \text{ r/mL}$	

Respuesta: $P = 100 \text{ centésimas en } 1 \text{ mL}$.

Estas soluciones demuestran que la matemática se rige por el Sistema Internacional de Unidades y solo aplica sus leyes; por lo tanto, es válido llamar a las rayas centésimas, aunque las jeringuillas sean igual a 80 r, 40 r o 20 r, solo hay que saber manejar los valores que adquieren las rayas en las jeringuillas con escala diferente a las 100 cent.

Orientaciones metodológicas para el capítulo 2

Se recomienda que cuando se vaya a explicar este capítulo, independientemente de que sean estudiantes novales o personal graduado, se acompañe el estudio de cada método:

- Con la interpretación *analítica* del contenido, resolviendo la operatoria según la situación problemática.
- Identificar el resultado numérico obtenido en un *diagrama*, señalando cómo varían las distintas centésimas atendiendo a las distintas escalas de las jeringuillas.

- Realizar la comprobación práctica utilizando las jeringuillas de diferentes escalas y demostrando que el volumen contenido es el mismo, independientemente, de la graduación de la jeringuilla.

Cuando se utilice el método de factor de conversión y se establezca la correspondencia biunívoca, entre cada jeringuilla se hace la comprobación diagramática haciendo corresponder cada centésima de una jeringuilla en relación con la otra, como por ejemplo, cuando se calcula el factor de conversión entre la J_{40} y la J_{80} se señala en el diagrama que una centésima de J_{80} equivale a media centésima de J_{40} y cuando se mida una centésima de J_{40} le corresponde 2 cent de J_{80} , esta actividad se debe cumplimentar para todas las jeringuillas de 1 mL, estableciendo la correspondencia biunívoca entre sí.

Siempre que sea posible se debe realizar la comprobación práctica demostrando que la misma cantidad de volumen utilizado en una jeringuilla es el mismo en cualquier jeringuilla de 1 mL de diferentes escalas, lo que varía es la cantidad de centésimas o rayas de acuerdo con la escala de la jeringuilla.

Orientaciones metodológicas para el capítulo 3

Cuando se explica la forma de hidratación de los pacientes, se puede utilizar una clase demostrativa señalando como varía la velocidad de caída de las gotas de la venoclisis de acuerdo con la altura y este es el momento que se aprovecha para relacionarlo con el principio de Bemoulli para comprobar que la velocidad de caída solo depende de la altura y se ajusta con las presillas reguladoras.

Se debe resolver el mismo problema numérico utilizando el método tradicional por paso para que los estudiantes queden convencidos de la utilidad que tiene la aplicación de la fórmula general, pero lo fácil que resulta la solución a través de este método.

Después de obtenida la fórmula general, ejercitar a los estudiantes para que obtengan el resumen a partir de su despeje y no se acostumbren a memorizar las fórmulas que deben emplear de acuerdo con el tipo de problema.

Se deben repetir varios ejercicios para que comprueben cómo se obtiene el volumen total administrado en función del tiempo. En los problemas donde se calcula el tiempo de iniciado un tratamiento, utilizar el mismo en función de las horas militares para obtener el resultado final.

No limitarse a explicar la clase y resolver un ejercicio, este capítulo se debe acompañar de varias frecuencias de clases de ejercitación para que el estudiante se habitúe a resolver las operaciones y evitar el mecanicismo a la hora de aplicar las fórmulas en función del tipo de problema a resolver.

Orientaciones metodológicas para el capítulo 4

Análisis de las jeringuillas

Es de suma importancia separar las características o estructuras de la jeringuilla de la concentración del medicamento, sobre todo cuando se administra insulina, debido a que los laboratorios han introducido en el mercado jeringuillas con las características diferentes a las de 1 mL, por ejemplo, de 2 mL que tienen la estructura de doble graduación, por una parte 80 u y por la otra 40 u, pero al final se expresa que tienen 2 mL, es decir 40 u/2 mL y 80 u/2 mL y los frascos de insulina que utilizamos su concentración expresa 40 u/mL, 80 u/mL y 100 u/mL. Donde se pueden cometer errores de tal gravedad que pueda ser fatal para la vida del paciente.

En primer lugar tal jeringuilla se comporta en 1 mL como una J_{20} para la graduación de J_{40} y de J_{40} para la graduación de J_{80} . Esto no quiere decir que no se pueda utilizar la jeringuilla, se necesita que el personal que la utilice esté bien adiestrado y sepa cómo hacer la conversión entre las jeringuillas y este análisis:

- Al medir, contar la cantidad de centésimas o rayas contenidas en 1 mL que es igual en $J_{40} = 20$ cent y $J_{80} = 40$ cent, por lo tanto, aplicando el factor de conversión entre ambas graduaciones por cada centésima o raya de J_{20} , tomamos 2 cent de J_{40} o viceversa, por cada centésima o raya de J_{40} tomamos la mitad de J_{20} .
- Al aplicar el factor de conversión se debe utilizar el método tal como se explica en el capítulo 1.
- Si la jeringuilla está en correspondencia con la concentración del medicamento, como por ejemplo, para concentración de 80 u la jeringuilla específica es la de J_{80} y esto permite afirmar que cada vez que se mida una centésima de la jeringuilla se está tomando una unidad del peso de la sustancia.

También hay que cumplir con lealtad la orientación que se le hace al personal de enfermería cuando debe administrar un medicamento, que es leer tres veces el nombre y la concentración del medicamento, pues en los frascos de insulina que se están utilizando hasta este momento la concentración viene dada por 1 mL o sea 80 u/mL, 40 u/mL y 100 u/mL. Por lo que se recomienda que no se utilice para administrar insulina este tipo de jeringuilla o sea la que expresa 40 u y 80 u/2mL, si el personal no está bien adiestrado, solo se utilizaría cuando sea capaz de hacer la conversión correcta.

Orientaciones metodológicas para el capítulo 5

En las operaciones que el resultado sea para administrarlo con la jeringuilla de 1 mL se puede aplicar el método FAYRA para ir a todas las jeringuillas, sin

Anexo 2

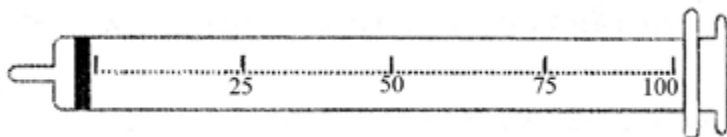
Problemas propuestos

1. En la historia clínica del paciente de la cama 21 se obtiene que hay que administrar suero glucosado al 10 % de 500 mL a durar 5 horas. En la reserva de medicamentos se tiene un frasco de 500 mL de suero glucosado al 5 % y ámpulas de glucosa hipertónica al 50 % de 20 mL.
 - a) ¿A cuántas gotas por minuto se administra la venoclisis?
 - b) ¿Cuántas ámpulas de glucosa hipertónica se le adiciona al frasco al 5 % para llevar la concentración al 10 %?
2. La paciente de la cama 18 es diabética, en los datos del esquema de diabetología tiene indicado administrar 20 u de insulina simple de U80. En la reserva de medicamentos de la sala existe un frasco de insulina simple de U40.
 - a) ¿Cuántas décimas se le administra al paciente de insulina de U40 para que corresponda a las 20 u de concentración U80?
 - b) ¿Cuántas rayas se le administran si se utiliza la jeringuilla de 1 mL de J₁₀₀, J₈₀, J₄₀, J₂₀?
3. La instructora del área de medicina al controlar las actividades de la estudiante que atiende a la paciente de la cama 10 que se está hidratando con suero glucofisiológico al 5 % de 600 mL a 30 gt/min, le preguntas:
 - a) ¿Cuántas horas debe durar la venoclisis?
 - b) ¿Qué volumen de líquido se administra en 1 hora?
 - c) ¿A qué hora comenzó el tratamiento si a las 3:00 p.m. se le había administrado 300 mL?
4. En la historia clínica del paciente de la cama 12 se obtiene la información de administrar 0,8 mL de sustancia A. En la reserva de medicamentos de la sala se tiene ámpula de la sustancia A 50 mg en 2 mL.
 - a) ¿Cuántas rayas se le administra con la jeringuilla de 1 mL de J₁₀₀, J₈₀, J₄₀, J₂₀?
 - b) ¿Cuántos miligramos están contenidos en el volumen de 0,8 mL?
 - c) Exprese los miligramos en gramos.
 - d) Si el paciente pesa 44 libras ¿cuántos gramos se le administró por kilogramos de peso?
5. La instructora del área de medicina al controlar las actividades de la estudiante que atiende a la paciente de la cama 12 que se le está administrando suero glucosado al 5 % de 600 mL a 30 gt/min, le pregunta:

- a) ¿Cuántas horas debe durar la venoclisis?
 - b) ¿Qué volumen de líquido se administra cada hora?
 - c) ¿A qué hora comenzó el tratamiento si a las 8:00 p.m. se han administrado 200 mL?
6. En la historia clínica del paciente de la cama 21 se obtiene la información de administrar suero glucosado al 15 % de 500 mL a durar 5 horas. En la reserva de medicamentos se tiene un frasco de 500 mL de suero glucosado al 5 % y ámpulas de glucosa hipertónica al 50 % de 20 mL.
- a) ¿A cuántas gotas por minuto se administra la venoclisis?
 - b) ¿Cuántas ámpulas de glucosa hipertónica se le adiciona al frasco al 5 % para llevar la concentración al 10 %?
7. El paciente de la cama 21 es diabético, se le tiene indicado administrar 20 u de insulina rapilenta U80 en ayuna.
- a) ¿Cuántas décimas se le administrna?
 - b) Utilizar la jeringuilla de 1 mL J₁₀₀, J₈₀, J₄₀, J₂₀.
8. El niño de la cama 5 tiene indicado administrar 0,6 mL de gentamicina. Un ámpula de gentamicina tiene 40 mg en 1 mL.
- a) ¿Qué volumen de líquido se le administra?
 - b) Utilice las jeringuillas J₁₀₀, J₈₀, J₄₀, J₂₀.
 - c) Exprese los miligramos en gramos.

Anexo 3

Diagrama de la jeringuilla J₁₀₀



1 mL = 100 unidades

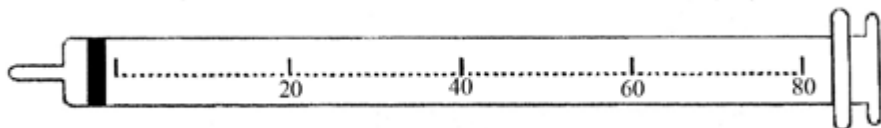
Explicación de la jeringuilla

Cuando en esta jeringuilla se mide 2,5 dc significa:

- Respecto a la jeringuilla, $2,5 \text{ dc} = 25 \text{ r} = 25 \text{ cent} = 20 \text{ u}$, pero esta jeringuilla no es la específica a la concentración del frasco del cual se extrae el medicamento que es de 80 u/mL ; la jeringuilla de 100 centésimas o rayas tiene $10 \text{ cent/dc} = 10 \text{ r/dc}$, por lo tanto, $1 \text{ raya} = 1 \text{ cent} = 1,25 \text{ u}$ de la concentración del frasco de 80 u/mL , las 25 cent se obtienen de multiplicar las $2,5 \text{ dc} \cdot 10$.
- Respecto a las unidades, el significado es diferente pues se refiere a las sustancias contenidas en el volumen de 2,5 dc, pues se debe recordar que las unidades internacionales, determinan la masa del soluto que es una medida de peso, dada por la concentración de la sustancia que responde a la expresión: $C = \text{ms/md}$.

Anexo 4

Diagrama de la jeringuilla de J₈₀



1 mL = 80 unidades

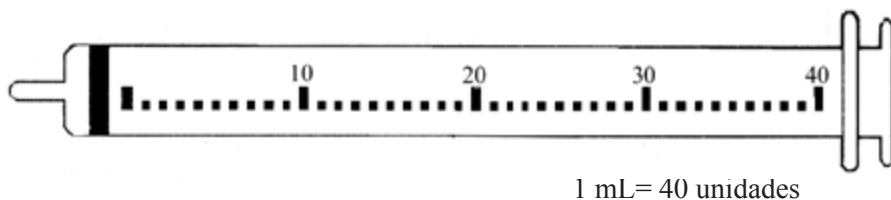
Explicación de la jeringuilla

Cuando en esta jeringuilla se mide 2,5 dc significa:

- Respecto a la jeringuilla $2,5 \text{ dc} = 20 \text{ r} = 20 \text{ cent} = 20 \text{ u}$, como las 20 u es igual a la concentración del frasco del que se extrae el medicamento, que es de 80 u/mL y la jeringuilla es la específica a la concentración del frasco del que se extrae el medicamento. La jeringuilla de 80 u/mL tiene $8 \text{ r/dc} = 8 \text{ cent/dc}$, por lo tanto, $1 \text{ r} = 1 \text{ cent} = 1 \text{ u}$ de la concentración del frasco del que se extrae el medicamento, que es de 80 u/mL . Las 20 cent se obtienen de multiplicar $2,5 \cdot 8 = 20 \text{ cent}$ el que $1 \text{ u} = 1 \text{ cent} = 1 \text{ r}$, quiere decir que se le pueda llamar a las rayas o centésimas, unidades.
- Respecto a las unidades, el significado es diferente pues se refiere a las sustancias contenidas en el volumen de 2,5 dc, pues se debe recordar que las unidades internacionales, determinan la masa del soluto que es una medida de peso, dada por la concentración de la sustancia que responde a la expresión: $C = \text{ms/md}$.

Anexo 5

Diagrama de la jeringuilla J₄₀



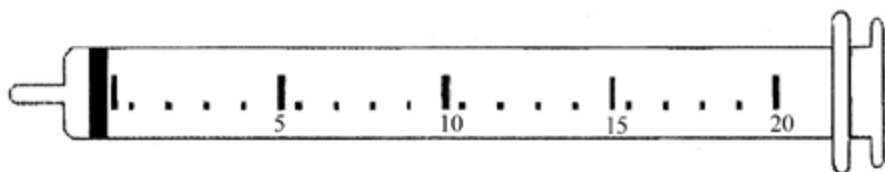
Explicación de la jeringuilla

Cuando en esta jeringuilla se mide 2,5 dc significa:

- Respecto a la jeringuilla, $2,5 \text{ dc} = 10 \text{ r} = 10 \text{ cent} = 20 \text{ u}$, las 20 u es del frasco del cual se extrae el medicamento que es de 80 u/mL, como la jeringuilla no es la específica a la concentración del frasco del que se extrae el medicamento. La jeringuilla de 40 u/mL tiene $4 \text{ r/dc} = 4 \text{ cent/dc}$, por lo tanto $1 \text{ r} = 1 \text{ cent} = 2 \text{ u}$, las 20 u responden a la concentración del frasco que es de 80 u/mL. Las 10 cent se obtienen de multiplicar $2,5 \text{ dc} \cdot 4 = 10 \text{ cent}$.
- Respecto a las unidades, el significado es diferente pues se refiere a las sustancias contenidas en el volumen de 2,5 dc, pues se debe recordar que las unidades internacionales determinan la masa del soluto que es una medida de peso, dada por la concentración de la sustancia que responde a la expresión: $C = \text{ms/md}$.

Anexo 6

Diagrama de la jeringuilla J₂₀



1 mL=20 unidades

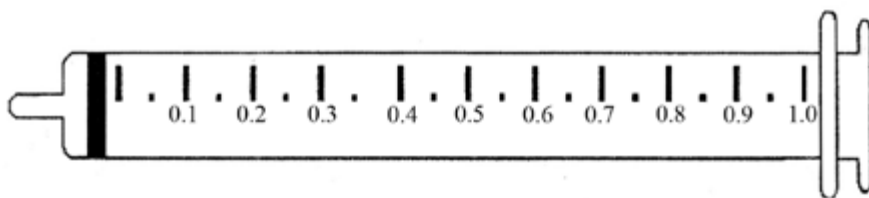
Explicación de la jeringuilla

Cuando en esta jeringuilla, se mide 2,5 dc significa:

- Respecto a la jeringuilla, 2,5 dc = 5 r = 5 cent = 20 u, las 20 u es del frasco del cual se extrae el medicamento que es de 80 u/mL, como la jeringuilla no es la específica a la concentración del frasco del que se extrae el medicamento. La jeringuilla de 20 u/mL tiene 2 r/dc = 2 cent/dc, por lo tanto, 1 r = 1 cent = 4 u, las 4 u que responden a la concentración del frasco que es de 80 u/mL. Las 5 cent se obtienen de multiplicar 2,5 dc · 2 = 5 cent.
- Respecto a las unidades, el significado es diferente pues se refiere a las sustancias contenidas en el volumen de 2,5 dc, pues se debe recordar que las unidades internacionales determinan la masa del soluto que es una medida de peso, dada por la concentración de la sustancia que responde a la expresión: C = ms/md.

Anexo 7

Diagrama de la jeringuilla de 10 décimas



1 mL = 10 décimas

Explicación de la jeringuilla

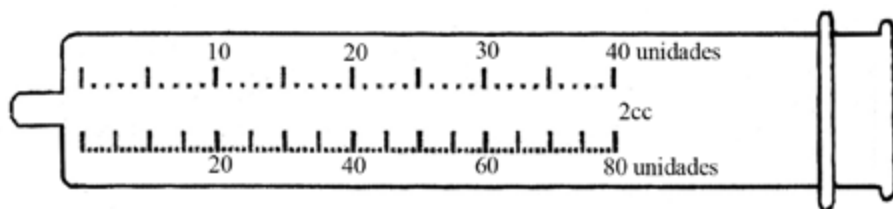
Cuando en esta jeringuilla se mide 2,5 dc significa:

- Respecto a la jeringuilla, 2,5 dc = $2 \frac{1}{2} r = 20$ u, las 20 u corresponden a la concentración del frasco que es de 80 u/mL, como la jeringuilla está graduada en décimas 1 mL = 10 dc, en 2,5 dc están contenidas las 20 unidades.
- Respecto a las unidades, el significado es diferente pues se refiere a las sustancias contenidas en el volumen de 2,5 dc, pues se debe recordar que las unidades internacionales determinan la masa del soluto que es una medida de peso, dada por la concentración de la sustancia que responde a la expresión: $C = \text{mg/mL}$.

Observación: Como se ha demostrado en todas las jeringuillas es un error llamarles a las divisiones, o sea, las rayas o centésimas, unidades.

Anexo 8

Diagrama de la jeringuilla de doble graduación



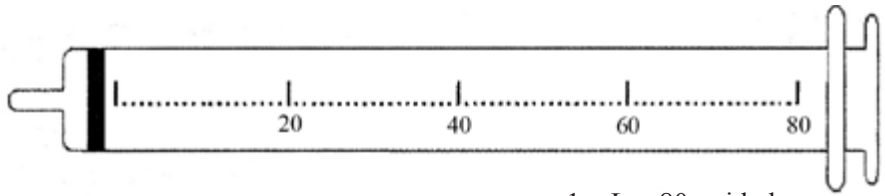
Explicación de la jeringuilla

Esta jeringuilla se comporta en 1 mL por la graduación de J_{40} como una jeringuilla de J_{20} , pues posee 20 rayas en 1 mL, ya que el total de la jeringuilla expresa que tiene 80 u/2mL.

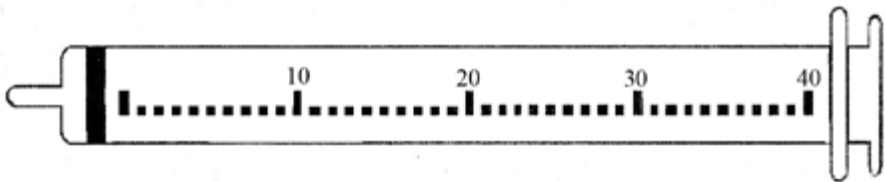
- Respecto a la jeringuilla, $2,5 \text{ dc} = 5 \text{ r} = 5 \text{ cent} = 20 \text{ u}$, las 20 u es del frasco del cual se extrae el medicamento que es de 80 u/mL, como la jeringuilla no es la específica a la concentración del frasco del que se extrae el medicamento. La jeringuilla de 20 u/mL tiene $2 \text{ r/dc} = 2 \text{ cent/dc}$, por lo tanto $1 \text{ r} = 1 \text{ cent} = 4 \text{ u}$, las 4 u que responden a la concentración del frasco que es de 80 u/mL. Las 5 cent se obtienen de multiplicar $2,5 \text{ dc} \cdot 2 = 5 \text{ cent}$. Para la graduación de J_{80} se comporta en 1 mL como una jeringuilla de J_{40} , por tener 40 r en 1 mL.
- Respecto a la jeringuilla, $2,5 \text{ dc} = 4 \text{ r} = 4 \text{ cent} = 20 \text{ u}$, las 20 u es del frasco del cual se extrae el medicamento que es de 80 u/mL, como la jeringuilla no es la específica a la concentración del frasco del que se extrae el medicamento. La jeringuilla de 20 u/mL tiene $4 \text{ r/dc} = 4 \text{ cent/dc}$, por lo tanto, $1 \text{ r} = 1 \text{ cent} = 2 \text{ u}$, las 20 u responden a la concentración del frasco que es de 80 u/mL. Las 10 cent se obtienen de multiplicar $2,5 \text{ dc} \cdot 4 = 10 \text{ cent}$.
- Respecto a las unidades, el significado es diferente pues se refiere a las sustancias contenidas en el volumen de 2,5 dc, pues se debe recordar que las unidades internacionales determinan la masa del soluto que es una medida de peso, dada por la concentración de la sustancia que responde a la expresión: $C = \text{mg/mL}$.

Anexo 9

**Relación entre las jeringuillas
de 80 y 40 centésimas**



1 mL = 80 unidades



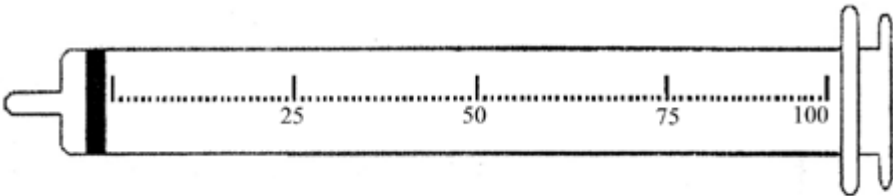
1 mL = 40 unidades

Relación entre dos jeringuillas de diferentes escalas

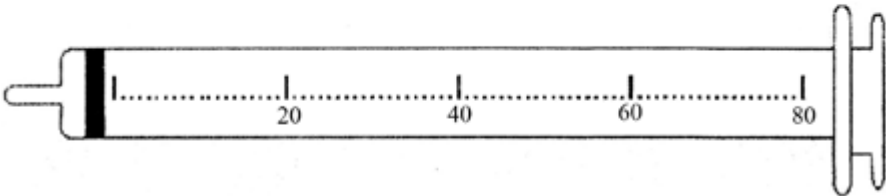
La relación entre la jeringuilla de J_{80} y J_{40} , se obtiene aplicando el método del factor de conversión que está determinado por la relación biunívoca que existe entre ambas, 1 r de J_{40} es 2 r de J_{80} y 1 r de J_{80} es igual a 0,5 r de J_{40} .

Anexo 10

**Relación entre las jeringuillas
de 100 y 80 centésimas**



1 mL = 100 unidades



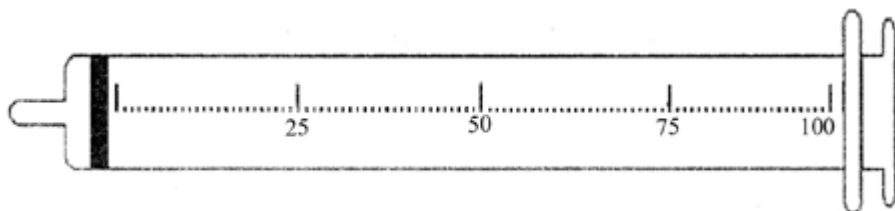
1 mL = 80 unidades

Relación entre dos jeringuillas de diferentes escalas

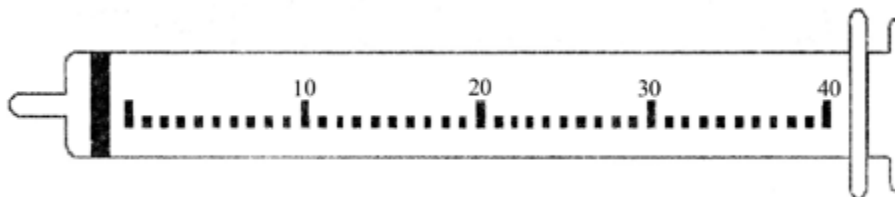
La relación entre la jeringuilla de J_{80} y J_{100} , se obtiene aplicando el método del factor de conversión que está determinado por la relación biunívoca que existe entre ambas, 1 r de J_{100} es 0,8 r de J_{80} y 1 r de J_{80} es igual 1,25 r de J_{100} .

Anexo 11

Relación entre las jeringuillas de 100 y 40 centésimas



1 mL = 100 unidades



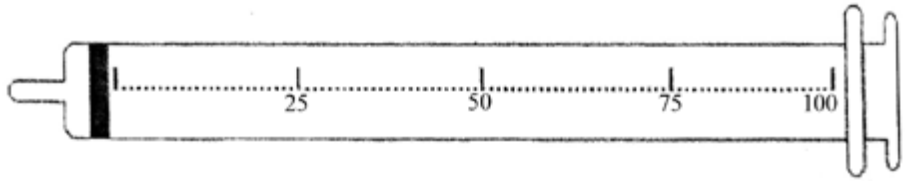
1 mL = 40 unidades

Relación entre dos jeringuillas de diferentes escalas

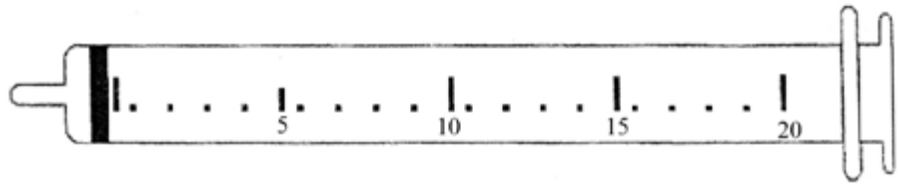
La relación entre la jeringuilla de J_{40} y J_{100} , se obtiene aplicando el método del factor de conversión que está determinado por la relación biunívoca que existe entre ambas, 1 r de J_{100} es 0,4 r de J_{40} y 1 r de J_{40} es igual a 2,5 r de J_{100} .

Anexo 12

Relación entre las jeringuillas de 100 y 20 centésimas



1 mL = 100 unidades



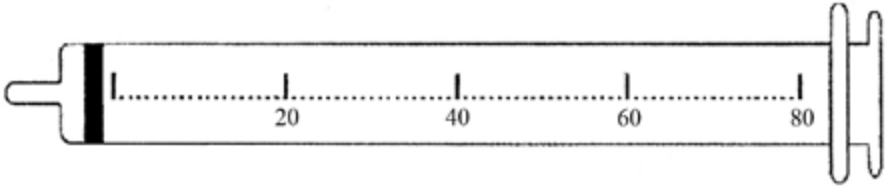
1 mL = 20 unidades

Relación entre dos jeringuillas de diferentes escalas

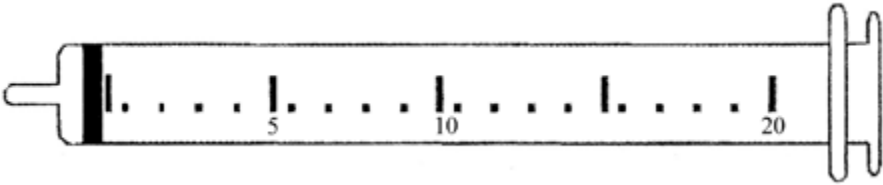
La relación entre la jeringuilla de J_{20} y J_{100} , se obtiene aplicando el método del factor de conversión que está determinado por la relación biunívoca que existe entre ambas, 1 r de J_{100} es 0,2 r de J_{20} y 1 r de J_{20} es igual a 5 r de J_{100} .

Anexo 13

Relación entre las jeringuillas de 80 y 20 centésimas



1 mL = 20 unidades



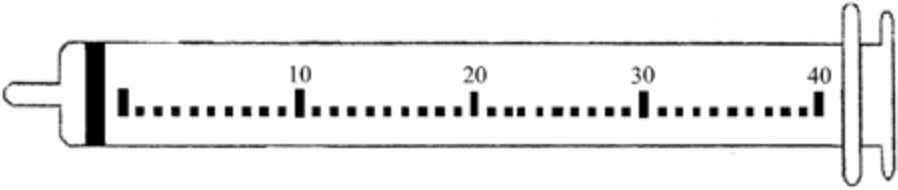
1 mL = 80 unidades

Relación entre dos jeringuillas de diferentes escalas

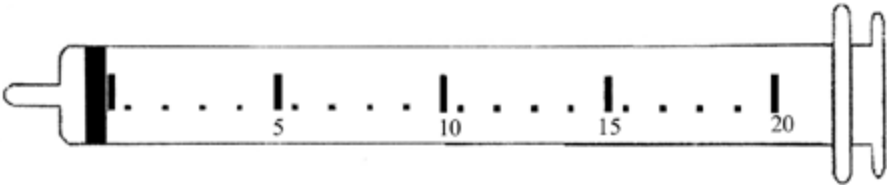
La relación entre la jeringuilla de J_{80} y J_{20} , se obtiene aplicando el método del factor de conversión que está determinado por la relación biunívoca que existe entre ambas, 1 r de J_{20} es 4 r de J_{80} y 1 r de J_{80} es igual a $1/4$ r que es igual a 0,25 r de J_{20} .

Anexo 14

Relación entre las jeringuillas de 40 y 20 centésimas



1 mL = 40 unidades



1 mL = 20 unidades

Relación entre dos jeringuillas de diferentes escalas

La relación entre la jeringuilla de J_{40} y J_{20} , se obtiene aplicando el método del factor de conversión que está determinado por la relación biunívoca que existe entre ambas, 1 r de J_{20} es 2 r de J_{40} y 1 r de J_{40} es igual a 0,5 r de J_{20} .

Bibliografía

- Aloise, Luis (1953): *Tratado de fisiología*. Editorial Buenos Aires.
- Alpizar Castillo, Rodolfo (1982): *El lenguaje en la medicina. Usos y abusos*. Editorial Científico-Técnica, La Habana.
- “Ante los distintos tipos de insulina. Qué hacer”. Periódico *Trabajadores*, 25 de abril de 1994.
- Braier, L. (1955): *Diccionario enciclopédico de medicina*. Ediciones Heracles, Buenos Aires.
- Bertrang, Katzung (1984): *Farmacología básica y clínica*. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V., México D.F.
- Brunner, Liliana S. y Doris S. Suddarth (s. a.): *Enfermería médica quirúrgica*. Editorial Interamericana, México D.F.
- Colectivo de autores (1979): *Normas de Pediatría*. Editorial Científico-Técnica, La Habana.
- Colectivo de autores (1984): *Diccionario terminológico de ciencias médicas*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- De la Carreras y Fuentes, Francisco y Francisco Vargas Gómez (1954): *Química general*. Editorial Culotural S.A., La Habana.
- Del Pozo, Efrén (1962): Del artículo de la investigación científica publicado en la Confederación Médica Panamericana, abril 1953 y *Revista Cubana de Pediatría*, mayo-junio.
- García, Nancy; Alfredo del Castillo, Luis Martín y Manuel Álvarez (1974): *Series*. Instituto Cubano del Libro, La Habana.
- González, Mario (1957): *Matemática*. Editorial Selecta. O Relly 357, La Habana.
- Harmer, Bertha y Virginia Henderson (1959): *Tratado de enfermería teórico y práctico*. Prensa Médica Mexicana, México D.F.
- Holliday, Resniek (1966): *Física*. Tomos I y II. Ediciones Revolucionarias, La Habana.

- Howard, L. Ritter (1961): *Introducción a la química*. Editorial Reverté S.A.
- Linus, Pauling (1962): *Química general*. Asociación de Estudiantes de la Facultad de Tecnología. Publicaciones.
- Litter, Manuel (1984): *Compendio de farmacología*. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Lima, Río de Janeiro, Caracas, México, Barcelona y Madrid.
- Piñón, Herminia y Rosa Menéndez (1960): *Química elemental*. Impreso Cultural S.A.
- Sears, Francis W. (1967): *Mecánica movimiento ondulatorio y calor*. Ediciones Revolucionarias, La Habana.
- Sienko Michell, J. y Roberto A. Plane (1966): *Química*. Ediciones Revolucionarias, La Habana.
- Sócrates Rosell, Franco (1963): *Matemática*. Tomos I y II. Editorial Nacional de Cuba, La Habana.
- Tallet, José Z. (1985): *Evitemos gazapos y gazapitos*. Editorial Letras Cubanas, La Habana.
- Volkenshtein, M. V. (1981): *Biofísica*. Editorial MIR, Moscú.