



# BIOLOGÍA

II

11 

BACHILLERATO

# Introducción

La biotecnología no es una disciplina nueva, pero avanza a pasos agigantados y cada vez tiene más aplicaciones en nuestro día a día: desde el desarrollo farmacéutico a la producción alimentaria o el tratamiento de residuos contaminantes. A continuación, nos adentramos en este apasionante campo e intentamos desentrañar hasta dónde podría llegar en el futuro.

La biotecnología utiliza células vivas para desarrollar o manipular productos con fines específicos, como por ejemplo los alimentos transgénicos. La biotecnología está así vinculada con la ingeniería genética y surgió como disciplina a principios del siglo XX en la industria alimentaria, a la que después se sumaron otros sectores como la medicina o el medio ambiente. , las cinco ramas en las que se divide la biotecnología moderna —humana, ambiental, industrial, animal y vegetal nos ayudan a combatir el hambre y las enfermedades, producir de forma más segura, limpia y eficiente, reducir nuestra huella ecológica y ahorrar energía. Todo ello ha entusiasmado a mercados bursátiles como Wall Street-La evolución de la biotecnología en el último siglo.

## USOS Y APLICACIONES DE LA BIOTECNOLOGÍA

Las innovaciones biotecnológicas ya forman parte de nuestra cotidianidad y las encontramos en las farmacias o los supermercados, entre otros muchos lugares. Además, en los últimos meses la biotecnología se ha convertido en una de las puntas de lanza en la lucha contra la pandemia de COVID-19 que recorre el planeta, ya que ayuda a descifrar el genoma del virus y a comprender cómo actúa el sistema de defensa de nuestro organismo frente a los agentes infecciosos.

La biotecnología, por tanto, tendrá un papel crucial en la sociedad del futuro a la hora de prevenir y contener posibles patógenos. Pero esta es solo una de sus múltiples aplicaciones... A continuación, repasamos algunas de las más relevantes en diferentes campos:

## Medicina

El desarrollo de la insulina, la hormona del crecimiento, la identidad y el diagnóstico molecular, las terapias génicas y vacunas como la de la hepatitis B son algunos de los hitos de la biotecnología y su alianza con la ingeniería genética.

## Industria

La revolución de los nuevos materiales inteligentes de la mano de la biotecnología no ha hecho más que empezar, y en breve podríamos tener hormigón autorreparable, plantas que cambian de color al detectar un explosivo, ropa y calzado elaborados con tela de araña sintética, etc.

## Alimentación

Además de los alimentos transgénicos que mencionamos anteriormente, gracias a la tecnología biológica se han creado productos como el maíz WEMA, un tipo de cultivo resistente a las sequías y a ciertos insectos que puede ser fundamental para luchar contra el hambre en África.

## Medio ambiente

A través de los procesos de biorremediación, muy útiles para la recuperación ecológica, se aprovechan las facultades catabólicas de microorganismos, hongos, plantas y enzimas para recuperar ecosistemas contaminados.

# TIPOS DE BIOTECNOLOGÍA

Al igual que las franjas del arcoíris, las distintas aplicaciones de la biotecnología se agrupan en siete colores o áreas de investigación y desarrollo. En este apartado, señalamos lo más relevante de cada una.

- Biotecnología roja. Es la rama sanitaria y responsable, según la Biotechnology Innovation Organization (BIO), de la elaboración de más de 250 vacunas y medicamentos como antibióticos, de terapias regenerativas y de la fabricación de órganos artificiales.
- Biotecnología verde. La utilizan más de 13 millones de agricultores en el mundo para combatir las plagas y nutrir los cultivos y fortalecerlos frente a los microorganismos y los eventos climatológicos extremos, como las sequías y las heladas.
- Biotecnología blanca. La rama industrial trabaja en la mejora de los procesos de fabricación, el desarrollo de biocombustibles y otras tecnologías para obtener una industria más eficiente y sostenible.
- Biotecnología amarilla. Esta modalidad está enfocada en la producción de alimentos y, por ejemplo, investiga para reducir los niveles de grasas saturadas en los aceites de cocina.
- Biotecnología azul. Explora los recursos marinos para obtener productos de acuicultura, cosméticos o sanitarios. Además, es la más utilizada para conseguir biocombustibles a partir de algunas microalgas.
- Biotecnología gris. Tiene como finalidad la conservación y la recuperación de los ecosistemas naturales contaminados a través de, como se ha comentado anteriormente, los procesos de biorremediación.

- Biotecnología dorada. La también conocida como bioinformática se encarga de obtener, almacenar, analizar y separar la información biológica, sobre todo la relativa a las secuencias de ADN y aminoácidos.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA BIOTECNOLOGÍA

Los beneficios que aporta la biotecnología son tangibles, pero al tiempo existen voces que alertan sobre sus posibles efectos adversos en el medio ambiente, la salud y la ética. Entre las primeras, la BIO apunta las siguientes:

- Reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 52 %, optimiza el uso del agua y disminuye los residuos y los procesos químicos gracias a técnicas como el ADN recombinante.
- Mejora el diagnóstico médico, disminuye la tasa de infecciones, minimiza los efectos secundarios de los medicamentos y contribuye al progreso de los países en vías de desarrollo.
- Favorece la agricultura saludable —proporciona alimentos más nutritivos y libres de toxinas y alérgenos— y sostenible —limita el uso de pesticidas y químicos—.

Entre los principales riesgos, podemos señalar los siguientes:

- La proliferación de los alimentos de laboratorio podría terminar con la diversidad de los cultivos. También puede afectar al equilibrio de los ecosistemas.
- Existe el riesgo de que aparezcan alergias imprevistas, se produzcan intoxicaciones entre organismos vivos o de que alguna bacteria modificada escape de un laboratorio.

- En aspectos como la clonación, la modificación del genoma humano y la reproducción asistida entra en juego el debate ético y son objeto de controversia social.

Responde los siguientes cuestionamientos

1. ¿Qué es la biotecnología?

---

2. Menciona 5 beneficios de la biotecnología en tu vida cotidiana.

---

3. Comparte los resultados de una entrevista a algún familiar sobre algún problema de salud que antes causaba altos índices de mortandad y que hoy se ha disminuido drásticamente

---

4. Sobre el problema anterior, escribe las ciencias/expertos/áreas de conocimiento que participan.

---

## ANATOMIA HUMANA

Actualmente, y desde hace algunos años, se considera que la seguridad del paciente es un principio fundamental de la atención sanitaria. Se entiende que hay un cierto grado de riesgo en este proceso. Por supuesto que el médico es una pieza clave en él. Su formación universitaria no es un tema menor. El plan de estudios de esta Carrera habitualmente comienza con Anatomía, una de las asignaturas más extensas de la curricula.

La Anatomía es la base de la medicina, pues la fisiología, la patología, la semiología y la terapéutica requieren de su conocimiento y del correcto uso del lenguaje anatómico. Por otra parte, a pesar de la gran cantidad de avances médicos y del apoyo de la informática, hoy día pueden producirse errores en la práctica médica, originadas a partir de una inadecuada descripción e interpretación de la anatomía, tanto en los diagnósticos como en los tratamientos. Creemos que, sin duda, el correcto aprendizaje de la anatomía está relacionado con la seguridad del paciente.

## LAS ÁREAS DE LA ANATOMÍA

Algunas divisiones o sub-disciplinas de la anatomía permiten comprender mejor su extensión e importancia; y demuestra que como ciencia básica sigue siendo relevante y constituye un tronco integrador que relaciona distintas temáticas.

- Anatomía Sistémica: inapropiadamente conocida como “Descriptiva”, estudia el cuerpo por sistemas y aparatos.
- Anatomía Regional: también llamada “Topográfica”, la estudia por regiones corporales.
- Anatomía Microscópica o Histológica: estudia los tejidos y órganos con la utilización del microscopio. La aparición del microscopio en el siglo XVII permitió descubrir un nuevo mundo anatómico que luego, se extendió a la anatomía patológica.
- Anatomía del Desarrollo: estudia las modificaciones que sufre el organismo desde su origen (concepción) hasta su senectud. La Embriología es una parte de ella y estudia la anatomía del embrión, del feto y del recién nacido (morfogénesis)
- Anatomía Funcional: estudia la finalidad de las estructuras. Es por toda conocida la frase que lo explica: “la forma hace la función”. La anatomía en relación con las funciones de los órganos y del cuerpo. Forma y función de las estructuras.

- Anatomía de Superficie: es el estudio de las características o morfología superficial del cuerpo (por ejemplo, relieves de huesos y músculos; y proyección de órganos en la piel).
- Anatomía Bioscópica: estudia las estructuras del cuerpo humano a través de instrumentos que se introducen por vías naturales y/o artificiales (endoscopias, laparoscopias, etcétera).
- Neuroanatomía: estudia la anatomía del sistema nervioso.
- Anatomía Clínica: relaciona la anatomía humana con el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades.
- Anatomía Quirúrgica: es el estudio de la anatomía aplicada a la cirugía.
- Anatomía Aplicada: es el estudio de la anatomía aplicada generalmente a la clínica y a la cirugía. También se la denomina "médico-quirúrgico".
- Anatomía Radiológica o Imagenológica: estudia la anatomía del cuerpo y los órganos que la componen mediante radiografías y/ o imágenes. A finales del siglo XIX se descubrieron los rayos X, los que en 1896 dieron origen a la radiografía aplicada a la medicina. La imagenología es un campo más amplio y moderno que incluye otras técnicas y procedimientos además de la radiografía.
- Anatomía Comparada: compara la anatomía humana con la de los animales y permite relacionar la evolución de los seres vivos (filogenia y ontogenia).
- Anatomía Patológica: estudia las enfermedades o patologías de los órganos y sistemas.
- Anatomía Forense: estudia el cuerpo humano en las circunstancias de muerte.
- Anatomía Antropológica o Antropología física o biológica: estudia al ser humano considerando su anatomía biológica, particularidades y evolución.

- Anatomía Artística: estudia la anatomía para uso y fines artísticos.
- Historia de la Anatomía: estudia el avance de los conocimientos anatómicos a través de las épocas, las culturas y los personajes que describieron por primera vez estructuras, órganos, aparatos y/o sistemas.

Como vemos la anatomía es una ciencia básica que abarca distintas ramas o disciplinas con enfoques propios y específicos, que se complementan entre sí. En su conjunto permiten adquirir una visión más global y una comprensión más acabada del estudio del cuerpo humano.

La anatomía proporciona los conceptos necesarios para correlacionar las estructuras con las funciones, normales y anormales; y de esta manera, se vincula con las disciplinas clínicas. La importancia de la Anatomía se sintetiza en la histórica frase: "La Anatomía es a la Fisiología, lo que la Geografía es a la Historia"

## HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA ANATOMÍA

El término "Anatomía" se acuñó en la Edad Antigua y proviene del griego: "ana", hacia arriba, sobre, repetición; "temnein", corte; y está ligado al término latino "disección": cortar y separar

La anatomía fue el inicio de las ciencias biológicas y por supuesto, de las ciencias médicas. La aparición de la anatomía como un "esbozo" de ciencia y arte, surgió en la Prehistoria y en la Edad Antigua, con la observación de restos cadavéricos y con los primeros exámenes de órganos de las víctimas de accidentes (heridas) y de sacrificios, animales y humanos. Respondió a una curiosidad natural del hombre y a una necesidad por el conocimiento del cuerpo humano. Se desarrolló en las primeras civilizaciones, con los hindúes (Ayurveda), egipcios (papiro de Ebers), griegos ("Corpus hippocraticum" o "Tratados hipocráticos") y romanos (Galeno de Pérgamo, Asia Menor) y también con los aborígenes de América. Luego en la Edad Media con los árabes ("Canon o Principios de la Medicina" de Avicena); y en la Edad Moderna, nuevamente con los romanos ("De Humani Corporis Fabrica" de Vesalio).

Debemos destacar que -en el mundo occidental- el movimiento cultural llamado "Humanismo" y "Renacimiento" actuó como bisagra entre las Edades Media y Moderna. Además, con la creación de la imprenta, en 1450, y su popularización, en el siglo XVI, se facilitó la divulgación de las ideas a través de las publicaciones con textos e ilustraciones. La medicina se benefició con ello. Por su parte, la anatomía avanzó mucho en los tres siglos que abarcó la Edad Moderna (siglos XV-XVIII)-

En América Latina, la enseñanza formal de la Anatomía se inició, en 1634, en la Universidad Mayor de San Marcos de Lima-Perú, que fue la primera universidad americana, fundada en 1551. A mediados del siglo XVII, se crearon otras universidades que enseñaron Medicina, como las de Nueva Granada, Guatemala y Quito. Todas ellas con una gran influencia española. Con la independencia de las colonias de España llegaron médicos ingleses, franceses y alemanes que sumaron su experiencia educativa. En la Edad Contemporánea, en Europa y América, en el siglo XIX, el estudio de la anatomía macroscópica humana fue culminante y realizó su sistematización, gracias al auge de las investigaciones con las disecciones cadavéricas. Así la anatomía estableció conexiones con la embriología y la histología, interpretándose de una manera más integral.

Para comprender la importancia que tuvo en ese siglo, recordemos que, en 1803, se creó la Sociedad Anatómica de París (Société Anatomique de Paris), de la mano de Guillaume Dupuytren y René Laennec, apoyada por el emperador Napoleón Bonaparte (Fig. 5). Actualmente sigue funcionando en la Universidad René Descartes, en París y es una de las sociedades médicas más antiguas del mundo. Se reconoce que la Anatomía tuvo su máximo desarrollo en el siglo XIX e inicios del siglo XX (Mandarimde-Lacerda). Desde entonces, sigue creciendo con el desarrollo de nuevas tecnologías y el aporte de nuevas investigaciones.

Por otra parte, antes del siglo XX, se estimaba que, en las Escuelas de Medicina del mundo, se utilizaban unos 50.000 nombres para referirse al cuerpo humano y sus componentes, lo que hacía particularmente difícil el aprendizaje, y muy confusa la comunicación entre profesionales, con el inevitable riesgo para la seguridad de

aquellos pacientes. Ante tal panorama, en 1895 se convocó a los expertos anatomistas a la ciudad de Basilea, donde se originó el primer intento de unificar términos similares. Este intento fue conocido como la "Nómina Anatómica de Basilea" (NAB). Luego vinieron otros; y en 1950, en la ciudad de Oxford, Inglaterra, se estableció el Primer Comité de la "Nomenclatura Anatómica Internacional". En 1955, durante el Sexto Congreso Mundial de Anatomía, en París, se consolidó el Comité de Nomenclatura Internacional. Y en 1998, tomó forma la "Terminología Anatómica Internacional", y se publicaron los términos de consenso, que redujeron a la cantidad de 7500 estructuras los elementos macroscópicos del cuerpo. De esta manera, se pudo ordenar y facilitar la comunicación de los conocimientos entre los profesionales.

En cuanto a la enseñanza de la anatomía, el espacio que ocupó en el currículo de la Carrera de Medicina a lo largo de la historia fue disminuyendo con el tiempo y fue cediendo lugar al resto de las disciplinas que se desarrollaron posteriormente. El último gran cambio se dio hace más de 60 años, cuando se fusionó la enseñanza de las asignaturas "Anatomía Descriptiva" y "Anatomía Topográfica". Ambas materias eran anuales y se desarrollaban en el primero y segundo año, respectivamente, permitiendo un acabado conocimiento anatómico, necesarios para el examen físico del paciente y otras prácticas médicas, como las cirugías y los procedimientos mini-invasivos (por ejemplo: tóraco y laparoscopias, endoscopias, artroscopias, cateterismos y punciones) (Fig. 7).

Sin embargo, a medida que, la tecnología médica se fue desarrollando, se incrementó la necesidad de aquellos conocimientos, característica indispensable para lograr una mayor seguridad en la atención del paciente.

# LA ENSEÑANZA DE LA ANATOMÍA. FORTALEZAS Y DEBILIDADES

La anatomía como estudio científico del ser humano es una materia compleja y extensa. La anatomía es una ciencia, empírica, positiva y objetiva, por lo tanto, científica. Su aprendizaje requiere de una dedicación y estudio muy particular; y es indispensable para el médico.

No es sencillo para el joven estudiante, identificar y describir las estructuras, así como comprender y explicar los conceptos morfológicos. Además, los estudiantes necesitan desarrollar un lenguaje descriptivo específico, preciso, universal, inequívoco, denominado Terminología Anatómica (TA). Es un lenguaje utilizado como una herramienta que permite la comunicación entre los profesionales del área de la salud a nivel básico y clínico. Se debe sumar a ella el dominio de la terminología relativa a la planimetría y el espacio tridimensional, los movimientos y la topografía clínica elemental. Finalmente, con "Anatomía" los estudiantes inician el desarrollo de las habilidades y destrezas manuales (competencias) que continuarán a lo largo de su Carrera. Pero a estas áreas cognitiva y psicomotriz del proceso de enseñanza-aprendizaje debemos agregar el área afectiva, que tendrá un valor único en la futura relación médico paciente. Todo este proceso de aprendizaje demanda concentración y análisis por parte del estudiante, y eso va de la mano del tiempo necesario para incorporar lo aprendido.

La dificultad de estudio que presenta la anatomía como asignatura para los alumnos, se debe fundamentalmente a su extensión y complejidad. Los estudiantes de medicina reclaman más cantidad de días y horas por semana para la cursada de Anatomía, especialmente en las actividades prácticas. Los docentes de experiencia concuerdan al respecto. La anatomía requiere lectura atenta, observación, examen minucioso de las estructuras, y el uso del léxico correcto en el quehacer diario; primero del estudiante, y luego del graduado. El tiempo y la calidad en el área de disección y museo, revisando las disecciones y modelos anatómicos, utilizando otros

instrumentos de investigación tales como el microscopio, moldean la neuroplasticidad del estudiante, de forma tal, que pueda integrar todo el conocimiento y aplicarlo posteriormente a las etapas siguientes del aprendizaje. Los programas computacionales y otras modalidades de apoyo informático colaboran, pero de ninguna manera sustituyen la lectura detallada y el entrenamiento en el anfiteatro o en el laboratorio, manipulando los cuerpos o las piezas según la guía de los docentes.

Actualmente el perfil del egresado de la Carrera de Medicina ha cambiado. Casi todas las asignaturas han reducido sus contenidos y la formación brindada es inferior a la de otras épocas. En cuanto a anatomía hay una tendencia en algunos de los programas curriculares de enseñarla sólo durante un semestre en el primer año. Este riesgoso desafío se realiza con estudiantes que tienen entre 18 y 19 años, edad por cierto muy temprana para comprender la importancia de su estudio.

Las falencias en los sistemas educativos preuniversitarios y en algunos planes de estudio universitarios conspiran contra el tiempo tan limitado que se dispone, en un semestre, para brindar un buen curso de anatomía general. Además, el docente de anatomía requiere que el estudiante esté adecuadamente capacitado en otras materias básicas, tales como biología, biofísica, bioquímica e investigación, para aprovechar adecuadamente su tiempo de aprendizaje. También debe tenerse en cuenta que anatomía no es la única asignatura que matricula en ese período; y por lo tanto, el esfuerzo de aprendizaje es máximo para el estudiante.

Este panorama puede repercutir en la formación y, por consiguiente, en el futuro ejercicio profesional; y vulnerar la calidad y la seguridad de la atención del paciente.

La seguridad del paciente es un proceso dinámico y permanente de gestión en la atención de la salud, destinado a la prevención de riesgos, de forma que los incidentes o eventos adversos sean identificados y documentados científicamente para poder erradicarlos, o disminuir al máximo su eventual aparición e impacto.

Todo esto para establecer una atención orientada hacia la mejor calidad en la atención.

En 1999, el Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos de Norteamérica (Institute of Medicine, National Academy of Sciences - IoM, NAS), publicó el informe "Errar es humano: la construcción de un sistema de salud más seguro" (To err is human: building a safer health system); y a partir de él se generó el concepto de "la seguridad de los pacientes" como un principio fundamental en el proceso de la atención sanitaria.

En el 2002, en Ginebra, la Organización Mundial de la Salud (OMS), durante la 55ª Asamblea Mundial de la Salud, abordó el tema y así comenzó a desarrollar distintas iniciativas y estrategias para mejorar las deficiencias en la atención de la salud. La Organización Panamericana de la Salud (OPS), que funciona como una oficina regional de la OMS, se sumó a este proyecto. De esta manera, se inició un movimiento mundial destinado al estudio y a la implementación de una política institucional de calidad y seguridad del paciente que no reconoció fronteras.

En el 2005, la OMS creó "la Alianza Mundial para la seguridad del paciente" y lanzó el Primer Reto Global de Atención Segura OPS-OMS titulado: "Atención Limpia". La Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) designó al "Programa Institucional de Calidad y Seguridad del Paciente" como encargado de la gestión y monitoreo de lo relativo a estos retos globales OPS-OMS, en cumplimiento del compromiso gubernamental que firmó Costa Rica con la OPS respecto a la seguridad de los pacientes. Luego, vino el Segundo Reto Global: "Cirugía segura"; y actualmente se está trabajando en el Tercer Reto Global: "Medicación sin daños", lo que demuestra la aceptación internacional y la necesidad de este proyecto.

Así para la OMS, la seguridad del paciente se constituyó en un objetivo global y se impuso como un imperativo prioritario su promoción y aseguramiento para los gobiernos, sistemas de salud, universidades y asociaciones de profesionales de ciencias de la salud.

De esta manera, se promovió la enseñanza de la seguridad del paciente en las Escuelas de Medicina, a través de una guía curricular y se inició una nueva línea pedagógica con un programa especial.

En el 2013, la OMS designó a la Universidad del Salvador (USAL) de Argentina, centro piloto en Latinoamérica para el estudio de la evaluación de la implementación de las guías curriculares multiprofesionales para la enseñanza de la seguridad del paciente. A través de ellas, sugiere recomendaciones para lograr una atención segura y de alta calidad, involucrando a todos los profesionales de la salud (OMS, 2014).

# ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Comprender la estructura del cuerpo es primordial para entender las funciones de los tejidos, los órganos y el cuerpo en general, a través de las ciencias básicas: estructurales y funcionales. La anatomía, la histología y la embriología, son los cimientos de la "casa" que uno construye. Una falla de éstos la hará vulnerable y la repercusión se notará en la atención del paciente durante el futuro ejercicio profesional.

Así como el ingeniero apela en su diario quehacer a los cálculos matemáticos básicos sin considerarlos como un fin sino como una herramienta; del mismo modo el médico, emplea cotidianamente los conocimientos anatómicos para una correcta interpretación de los problemas de salud de los pacientes. No se puede concebir la medicina si no se tiene un sólido conocimiento anatómico.

Además, la anatomía a través del material cadavérico -que facilita su enseñanza- brinda al alumno una primera aproximación a los valores humanísticos, al respeto y a la ética profesional.

No existe fórmula mágica para aprender "bien" anatomía en todos sus aspectos. Pero, sin duda, se debe aprender con sentido y significado. Para ello, la única forma es dedicarle el tiempo y la atención suficiente; y procurar relacionar los conocimientos adquiridos con nuestro propio cuerpo y el ajeno.

Por otra parte, a la inexperiencia de los alumnos en los estudios universitarios, que vienen de un aprendizaje escolar muy heterogéneo, debe sumarse el estrés que genera en ellos el aprendizaje de la anatomía por la cantidad de nuevos términos y temas que comprende. Además, los estudiantes vienen acostumbrados a las redes sociales y a la información anatómica disponible en internet, donde lo que frecuentemente predomina es la inmediatez, la brevedad y la superficialidad de los contenidos que se transmiten.

Consideramos que el “constructivismo”, es una teoría que puede guiar con menos dificultades el aprendizaje de la Anatomía. El estudiante es el centro del proceso; al reconocer, manipular e interpretar una pieza anatómica, está “haciendo”, experiencia insustituible para aprender y no sólo escuchar y ver cómo ocurre, en las clases magistrales o cuando utiliza medios informáticos. De esta manera, suma: memoria, comprensión y análisis.

Por lo tanto, creemos que:

a) es primordial informar a los estudiantes sobre los beneficios y la importancia de un aprendizaje consciente de la anatomía para el futuro ejercicio profesional,

b) es fundamental el contacto con las piezas anatómicas en el museo y en el laboratorio o anfiteatro de disección,

c) resulta conveniente desarrollar la interrelación entre las ramas o subdivisiones de la Anatomía y fomentar el intercambio docente entre los que enseñan cada una de ellas. La anatomía facilita mucho la integración y la correlación de los conocimientos. La meta: aprendizaje anatómico con aplicación clínica: anatomía útil,

d) la Carrera de Medicina deberá dedicarle a “Anatomía” el tiempo necesario para poder realizar una formación más completa e integral de los futuros profesionales.

Este esquema, con estas cuatro propuestas, puede ser la base de modificaciones de la planificación curricular; y pueden ayudar a lograr una mayor seguridad de la práctica médica. El buen conocimiento anatómico disminuye los riesgos y evita errores en la atención.

La excelencia profesional y el buen desempeño para la seguridad de los pacientes, no se logra tomando atajos. Pensamos que la reducción del tiempo utilizado para el estudio de la anatomía en los programas curriculares resulta perjudicial para la formación médica; e indirectamente para quienes está destinada: los pacientes.

Por un lado, se reconoce que la anatomía tiene un valioso contenido para el médico, ya que tiene una gran cantidad de información que nos familiariza con los detalles más diminutos del maravilloso organismo humano.

La anatomía es una "ciencia básica estructural" del más alto valor, pues ella es la base de todas las otras disciplinas médicas, las cuales no podrían subsistir sin ella. Y esto se acrecienta cuando ella ofrece nociones preciosas para la práctica médico-quirúrgica, teniendo así el privilegio de ser útil para la humanidad.

Por otro lado, Flexner hace un siglo señaló las falencias de la enseñanza universitaria en la Carrera de Medicina. El objetivo de su estudio era cómo tener médicos con la mejor preparación para cubrir las necesidades de la población. El sostenía que a la sociedad se le debe asegurar que quien practica la medicina debía ser capaz y competente, tener los conocimientos, las habilidades y la actitud necesaria para ejercer como médico.

Para ello, las Escuelas de Medicina deben estar bien equipadas y bien organizadas. La educación médica, desde entonces, se ha desarrollado y ha avanzado; y esto debe trasladarse a la enseñanza. Claro que esto tiene un costo. En estos casos la curva de aprendizaje de los diferentes procedimientos y técnicas, en los graduados bien formados, será más corta y segura para la atención de los pacientes. Por ejemplo, el novedoso uso de simuladores -que es la ficción- debe ser complementado con el uso de piezas anatómicas -que es la realidad- donde se observan las variedades anatómicas que demuestran la verdadera constitución del cuerpo humano. Esto prepara al futuro profesional para resolver situaciones en diversos escenarios, desde lo previsto hasta lo imprevisto. Por ello, son necesarios los museos y laboratorios para la enseñanza de la anatomía. De lo contrario la calidad de la misma se deteriora y se hace ineficiente.

Sin embargo, la meta no es hacer "técnicos médicos" sino "médicos humanísticos". También es posible que en el lugar donde se desempeñen, de manera transitoria, no dispongan de equipos sofisticados que lo ayuden a tomar decisiones.

Lamentablemente debemos reconocer que parte de nuestra realidad actual latinoamericana es compatible con la descripción flexneriana de hace más de cien años. Ello nos debería hacer reflexionar sobre este viejo problema aún presente. La "excelencia académica", término tan vapuleado hoy en el ámbito comercial educativo, resulta por ahora una utopía.

Si bien es cierto que la medicina ha cambiado gracias a los avances científicos y tecnológicos, también el mundo ha variado por diversas situaciones: a) envejecimiento de la población, deterioro del medio ambiente, nuevas enfermedades; b) accesibilidad y velocidad en las comunicaciones y la información; c) crisis de valores sociales; etcétera. Esto hace que el "modelo educativo médico tradicional" resulte insuficiente para las Facultades y Escuelas posflexnerianas (Bridge, 1965).

Sea cual fuere el modelo educativo, el estudiante debe aprender la materia de anatomía con el profesor, sin el profesor, a pesar del profesor y hasta en contra del profesor, si fuera necesario.

Como decíamos, la medicina y el mundo evolucionan; y nuevos paradigmas hacen cambiar viejos conceptos. A medida que la "tecnología" avanza y nos presenta nuevas herramientas de trabajo, los investigadores descubrirán nuevos universos en el cuerpo humano y así la "ciencia" también progresará (Di Dio). En definitiva, una suma de:

1) progreso científico; 2) avances tecnológicos; 3) explosión de las comunicaciones; 4) investigaciones educacionales; 5) exigencias de la sociedad; 6) presión económica; etcétera. En esta misma línea de pensamiento, los individuos cada vez más educados, pasaron a considerar la "protección de la salud" más como un derecho y menos como un privilegio económico, constituyendo un nuevo factor a considerar en la educación de los médicos.

Queda claro que en el campo de la educación médica hay muchas cosas que persisten: los objetivos son semejantes, los actores (alumnos y docentes) son los

mismos, muchos de los medios para organizar, administrar y facilitar el aprendizaje tienen absoluta vigencia: planes de estudio, laboratorios, campos clínicos y bibliotecas.

Sin embargo, donde probablemente debamos avanzar más, es en las estrategias educativas y en tener una mayor flexibilidad curricular.

En cuanto a las "estrategias", se deberá probar y evaluar el trabajo de casos, la búsqueda dirigida, los seminarios de integración, el trabajo de campo, la asignación de familias y comunidades para trabajar con ellas, las estancias en laboratorios y la participación en proyectos de investigación, entre otras.

Sus conceptos y recomendaciones tienen vigencia y son aplicables en nuestro medio latinoamericano. Las disciplinas básicas con sus laboratorios, gabinetes y museos, siguen teniendo un papel fundamental en la formación del médico. El hospital y la enseñanza clínica también son claves en la tarea. Además, resultan indispensables los recursos complementarios: bibliotecas y ayudas educativas. La educación médica de calidad tiene un costo; hay que asumirlo y encontrar el financiamiento requerido

La enseñanza de la anatomía es un factor indispensable en la preparación del médico. Un buen conocimiento de la anatomía integral ayuda -desde el inicio de su formación- a consolidar su madurez y a reforzar sus aspectos humanísticos, tan valorados por los pacientes hoy día y que contribuyen a la calidad de la atención médica.

## DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio abiótico que interactúa como una unidad funcional.

La diversidad de ecosistemas expresa la cantidad y distribución de los sistemas

ecológicos que ofrecen las condiciones específicas para que las especies y sus poblaciones se desarrollen, a través de múltiples interrelaciones de las especies con su ambiente.

Los ecosistemas son básicos para los procesos de evolución y especiación (creación de nuevas especies). Las especies denominadas "endémicas" son justamente las que se han adaptado y habitan solamente en determinado ecosistema o región en particular.

La posición geográfica y las condiciones ambientales del Perú le confieren una gran riqueza de ecosistemas. En el Perú podemos encontrar mares, desiertos, sierras esteparias, páramos, montañas y glaciares, selvas y bosques de diferentes tipos, sabanas, entre otros ecosistemas y zonas transaccionales.

La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.



Los seres humanos hemos aprovechado la variabilidad genética y "domesticado" por medio de la selección artificial a varias especies; al hacerlo hemos creado una

multitud de razas de maíces, frijoles, calabazas, chiles, caballos, vacas, borregos y de muchas otras especies. Las variedades de especies domésticas, los procesos empleados para crearlas y las tradiciones orales que las mantienen son parte de la biodiversidad cultural.

En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función.

La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.).

El término «biodiversidad» refleja la cantidad, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y entre ecosistemas. El concepto también abarca la manera en que esta diversidad cambia de un lugar a otro y con el paso del tiempo. Indicadores como el número de especies de un área determinada pueden ayudar a realizar un seguimiento de determinados aspectos de la biodiversidad.

La biodiversidad se encuentra en todas partes, tanto en tierra como en el agua. Incluye a todos los organismos, desde las bacterias microscópicas hasta las más complejas plantas y animales. Los inventarios actuales de especies, aunque son útiles, siguen estando incompletos y no bastan para formarse una idea precisa de la amplitud y la distribución de todos los componentes de la biodiversidad. Se pueden hacer cálculos aproximados del ritmo de extinción de las especies, basados en el conocimiento actual sobre la evolución de la biodiversidad en el tiempo. Los servicios de los ecosistemas son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas.

La biodiversidad desempeña un papel importante en el funcionamiento de los ecosistemas y en los numerosos servicios que proporcionan. Entre estos, se encuentran el ciclo de nutrientes y el ciclo del agua, la formación y retención del suelo, la resistencia a las especies invasoras, la polinización de las plantas, la regulación del clima, el control de las plagas y la contaminación. En el caso de los servicios de los ecosistemas, lo que importa es no sólo el número de especies presentes sino también qué especies son abundantes.

¿Por qué preocupa la pérdida de biodiversidad?

La biodiversidad proporciona muchos beneficios fundamentales para el hombre, más allá del suministro de materias primas. La pérdida de biodiversidad tiene efectos negativos sobre varios aspectos del bienestar humano, como la seguridad alimentaria, la vulnerabilidad ante desastres naturales, la seguridad energética y el acceso al agua limpia y a las materias primas. También afecta a la salud del hombre, las relaciones sociales y la libertad de elección. La sociedad suele tener varios objetivos en conflicto, muchos de ellos dependientes de la biodiversidad. Cuando el hombre altera un ecosistema para mejorar uno de los servicios que éste proporciona, su acción suele acarrear también cambios para otros servicios de los ecosistemas.

Por ejemplo, las medidas para aumentar la producción de alimentos pueden traducirse en menos agua disponible para otros usos. Como consecuencia de dichas contrapartidas negativas, muchos servicios han quedado degradados; por ejemplo la pesca, el suministro de agua y la protección frente a los desastres naturales. A largo plazo, el valor de los servicios perdidos puede superar con mucho los beneficios que se obtienen a corto plazo al transformar los ecosistemas.

A diferencia de los productos que se compran y se venden en los mercados, muchos de los servicios de los ecosistemas no se comercializan en éstos ni tienen un precio fácil de conocer. Esto significa que los mercados financieros desconocen la importancia de la biodiversidad y los procesos naturales en tanto que fuentes de beneficios para el hombre. En la actualidad, se emplean nuevos métodos para

valorar económicamente beneficios como las actividades recreativas y el agua potable. La degradación de los servicios de los ecosistemas podría frenarse considerablemente o incluso invertirse si se tuviera en cuenta el valor económico total de dichos servicios a la hora de tomar decisiones.

Durante el siglo pasado, algunas personas se beneficiaron de la transformación de los ecosistemas naturales y el aumento del comercio internacional, mientras que otras sufrieron las consecuencias de la pérdida de biodiversidad y un acceso limitado a los recursos de los que dependen. Los cambios en los ecosistemas están perjudicando a buena parte de los más pobres del mundo, que son los menos capaces de adaptarse a dichos cambios.

¿Cuál es la tendencia actual de la biodiversidad?

Prácticamente todos los ecosistemas de la Tierra han experimentado una transformación radical fruto de la mano del hombre, y continúan transformándose ecosistemas para usos agrícolas, entre otros. La pérdida actual de biodiversidad y los cambios derivados en el medio ambiente se producen a una velocidad hasta ahora desconocida en la historia de la humanidad, y no hay indicios de que este proceso se esté ralentizando. Muchas poblaciones de plantas y animales han declinado en número, extensión geográfica o ambas variables. La extinción de especies forma parte del curso natural de la historia de la Tierra. Sin embargo, la actividad del hombre ha acelerado el ritmo de extinción al menos cien veces respecto al ritmo natural. No resulta sencillo comparar diferentes indicadores de la pérdida de biodiversidad. El ritmo al que cambia un aspecto de la biodiversidad, como la pérdida de la riqueza de especies, no tiene por qué reflejar necesariamente un cambio en otra variable, como la pérdida de hábitat.

Además, algunos aspectos de la pérdida de biodiversidad no son fáciles de medir, por ejemplo, el hecho de que cada vez sea más frecuente encontrar una misma especie en diferentes partes del planeta o el hecho de que la biodiversidad esté disminuyendo en su conjunto.

¿Qué factores contribuyen a la pérdida de biodiversidad?

La biodiversidad está disminuyendo a gran velocidad a causa de factores como los cambios en el uso del suelo, el cambio climático, las especies invasoras, la sobreexplotación y la contaminación. Estos factores, naturales o provocados por el hombre, se conocen como generadores de cambio y tienden a interactuar y potenciarse mutuamente. Aunque los cambios en la biodiversidad están vinculados de forma más evidente a generadores de cambio directos como la pérdida de hábitat, también están relacionados con generadores indirectos que son la causa de muchos de los cambios en los ecosistemas. Los principales generadores de cambio indirectos son la evolución de la población humana, la actividad económica, la tecnología y los factores sociopolíticos y culturales.

En los últimos 50 años diferentes generadores de cambio directos han tenido una importancia decisiva en diferentes ecosistemas. Por ejemplo, en los ecosistemas terrestres, los cambios en la cobertura de la tierra han sido el generador de cambio más importante, por ejemplo, la transformación del bosque para usos agrícolas. Sin embargo, la pesca, y especialmente la sobrepesca, han sido los principales factores desencadenantes de la pérdida de biodiversidad en los sistemas marinos.

En términos generales, los principales factores que desencadenan la pérdida de biodiversidad son: la modificación del hábitat (por ejemplo la fragmentación de los bosques), la introducción y propagación de especies exóticas invasoras fuera de su área de distribución habitual, la sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación, especialmente la provocada por el abuso de los fertilizantes, que se traduce en un exceso de nutrientes en los suelos y el agua.

Los recientes cambios climáticos han tenido ya repercusiones importantes sobre la biodiversidad y los ecosistemas de algunas regiones. A medida que el cambio climático se intensifique, los efectos negativos sobre los servicios de los ecosistemas superarán en muchas partes del mundo a los beneficios que se puedan derivar (por ejemplo, una temporada de cultivo más larga). Se prevé que el cambio climático aumente el riesgo de extinción de especies, inundaciones, sequías, reducción de las poblaciones y epidemias. Muchos de los generadores de cambio que afectan a la

biodiversidad tienen en la actualidad una influencia mayor a la que tuvieron en el pasado y además se dan simultáneamente.

Las múltiples amenazas podrían tener efectos drásticos e inesperados sobre la biodiversidad, ya que la exposición a una amenaza con frecuencia hace que una especie sea más vulnerable a otras amenazas. Los factores que contribuyen a la extinción pueden ser de ámbito tanto local como mundial y tener efectos inmediatos o a largo plazo. Por ejemplo, la extinción a causa de la pérdida de hábitat puede ser rápida para algunas especies y durar cientos de años para otras.

¿Cómo podría evolucionar la biodiversidad según los diferentes escenarios posibles? En la Evaluación de Ecosistemas del Milenio se idearon cuatro escenarios posibles para intentar conocer el futuro de la biodiversidad y el bienestar humano hasta 2050, e incluso más allá de esta fecha. Los diferentes escenarios parten de un aumento de la globalización o un aumento de la regionalización y de un enfoque reactivo o un enfoque preventivo a la hora de hacer frente a los problemas medioambientales.

En general, según los cuatro escenarios, el suelo agrícola se expandirá en detrimento de la cubierta forestal, especialmente en los países en desarrollo. Esta situación llevará a un declive continuo de la biodiversidad, tanto local como mundial, principalmente a causa de la pérdida de hábitat. Los enfoques medioambientales que inciden en la prevención tendrían más éxito a la hora de frenar esta tendencia.

Se prevé que la biodiversidad acuática y determinadas poblaciones de peces experimenten un declive a causa de factores como el exceso de nutrientes, la sobrepesca, la invasión de especies exóticas y la contaminación. La pérdida de biodiversidad repercutirá en el bienestar del hombre, tanto de forma directa como indirecta. Los efectos directos incluyen un mayor riesgo de padecer cambios medioambientales repentinos; por ejemplo, la disminución drástica de las poblaciones de peces, inundaciones, sequías, incendios forestales y enfermedades. Los cambios también afectarán al bienestar del hombre de forma indirecta; por

ejemplo, en forma de conflictos motivados por la escasez de alimentos y recursos hídricos.

Aunque todos los escenarios prevén un aumento de la renta per cápita, esta situación puede ocultar una mayor desigualdad, por ejemplo desde el punto de vista de la seguridad alimentaria. Se tendrán que tomar decisiones importantes sobre los compromisos entre objetivos en conflicto, por ejemplo entre la producción agrícola y la calidad del agua, o entre el uso del agua y la biodiversidad acuática. Las políticas que más contribuyen a la conservación de la biodiversidad fomentan al mismo tiempo un mayor bienestar general del hombre al mantener los beneficios múltiples derivados de los ecosistemas.

¿Qué medidas se pueden adoptar para conservar la biodiversidad?

Informar al conjunto de la sociedad sobre los beneficios que se derivan de la conservación de la biodiversidad y plantear abiertamente y con visión de conjunto las contrapartidas que surgen al favorecer unas opciones en detrimento de otras, contribuye a optimizar los beneficios para la sociedad. Recuperar un ecosistema es, por lo general, mucho más costoso que proteger el ecosistema original, aunque está adquiriendo una importancia creciente a medida que aumenta el número de áreas degradadas.

La biodiversidad debe tenerse en cuenta en la agricultura, la pesca y la silvicultura para lograr su conservación. Estos sectores dependen directamente de la biodiversidad e influyen directamente en ésta. El sector privado puede contribuir de manera significativa; por ejemplo, incorporando determinadas prácticas agrícolas. Muchas empresas muestran en la actualidad una mayor responsabilidad corporativa y preparan sus propios planes de actuación en materia de biodiversidad.

Es imprescindible contar a todos los niveles con organismos sólidos que contribuyan a la conservación de la biodiversidad y al uso sostenible de los ecosistemas. Los acuerdos internacionales deben prever medidas para asegurar su cumplimiento y

tener en cuenta los impactos sobre la biodiversidad y las posibles sinergias con otros acuerdos. La mayor parte de las medidas directas para detener o frenar la pérdida de biodiversidad deben tomarse a nivel local o nacional. Las leyes y políticas adecuadas desarrolladas por las administraciones centrales pueden habilitar a las administraciones locales para que incentiven la gestión sostenible de los recursos.

Los instrumentos financieros, como el pago directo por los servicios de los ecosistemas o la transmisión de la propiedad a particulares, pueden suponer un incentivo económico a la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los servicios de los ecosistemas.

La prevención y la intervención temprana se han revelado como los métodos más eficaces y rentables a la hora de enfrentarse a las especies invasoras. Una vez se ha introducido una especie invasora resulta sumamente difícil y costoso combatirla y, sobre todo, erradicarla, ya sea mediante productos químicos o introduciendo otras especies (soluciones que no siempre dan resultado).

Es necesario enfrentarse a los generadores directos e indirectos desencadenantes de la pérdida de biodiversidad para una mejor protección de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas. Las posibles medidas pueden consistir en eliminar subvenciones perjudiciales, fomentar una agricultura intensiva sostenible, adaptarse al cambio climático, frenar el aumento del nivel de nutrientes en el agua y los suelos, evaluar el valor económico total de los servicios de los ecosistemas y hacer más transparentes los procesos de toma de decisiones.

Los espacios protegidos son un aspecto clave de los programas de conservación, pero no bastan por sí mismos para proteger la biodiversidad en toda su extensión, y no siempre se respetan. Para obtener resultados, es necesario escoger cuidadosamente el emplazamiento de los espacios protegidos, asegurándose de que todos los ecosistemas de la zona tengan una representación adecuada.

## **Glosario**

Especies exóticas: una especie exótica es una especie introducida fuera de su área de distribución normal. Las especies exóticas invasoras son especies que al establecerse y propagarse modifican los ecosistemas, los hábitats u otras especies.

Biodiversidad: el término «biodiversidad» es una contracción de la expresión «diversidad biológica». Refleja la cantidad, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de una especie (diversidad genética), entre especies distintas (diversidad de especies) y entre ecosistemas (diversidad de ecosistemas).

Generadores de cambio (de los ecosistemas): cualquier factor natural, o inducido por el ser humano, que directa o indirectamente causa un cambio en un ecosistema.

Ecosistema: el complejo sistema formado por las comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos así como por el medioambiente inerte que les rodea y sus interacciones como unidad ecológica. Los ecosistemas no tienen límites fijos: puede considerarse como ecosistema un único lago, una cuenca, o una región entera.

Servicios de los ecosistemas: beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Esto incluye los servicios de provisión como por ejemplo de alimentos y agua, pero también incluye servicios de regulación como son el control de inundaciones y epidemias, también los servicios culturales como son los beneficios espirituales, recreativos o culturales, y por último los servicios esenciales como el ciclo de los nutrientes que asegura las condiciones que permiten que haya vida en la Tierra.

Modificación del hábitat: cambio de las condiciones medioambientales locales en las que vive un organismo concreto. La modificación del hábitat puede ocurrir de forma natural como consecuencia de sequías, epidemias, incendios, huracanes, corrimientos de tierra, erupciones volcánicas, terremotos, incrementos o reducciones ligeras de las temperaturas o precipitaciones estacionales, etc. No obstante, la modificación del hábitat está generalmente inducida por actividades humanas como el cambio en el uso de la tierra, la modificación física de los ríos o la sustracción de agua de estos.

Cobertura de la tierra: cobertura física de la tierra generalmente se refiere a la cobertura vegetal o a la falta de esta. El término «cobertura de la tierra» está relacionado con «uso de las tierras», pero no son sinónimos.