

Biología
Ciencias Naturales

Programa de Estudio
Segundo Año Medio



Ministerio de Educación
REPÚBLICA DE CHILE

Biología / Ciencias Naturales
Programa de Estudio, Segundo Año Medio, Formación General
Educación Media, Unidad de Curriculum y Evaluación
ISBN 956-7933-27-8
Registro de Propiedad Intelectual N° 111.798
Ministerio de Educación, República de Chile
Alameda 1371, Santiago
Noviembre de 1999

Santiago, octubre 1999

Estimados profesores:

EL PRESENTE PROGRAMA DE ESTUDIO de Segundo Año Medio ha sido elaborado por la Unidad de Curriculum y Evaluación del Ministerio de Educación y aprobado por el Consejo Superior de Educación, para ser puesto en práctica, por los establecimientos que elijan aplicarlo, a partir del año escolar del 2000.

En sus objetivos, contenidos y actividades busca responder a un doble propósito: articular a lo largo del año una experiencia de aprendizaje acorde con las definiciones del marco curricular de Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media, definido en el Decreto N° 220, de mayo de 1998, y ofrecer la mejor herramienta de apoyo a la profesora o profesor que hará posible su puesta en práctica.

Los nuevos programas para Segundo Año Medio plantean objetivos de aprendizaje de mayor nivel que los del pasado, porque la vida futura, tanto a nivel de las personas como del país, establece mayores requerimientos formativos. A la vez, ofrecen descripciones detalladas de los caminos pedagógicos para llegar a estas metas más altas. Así, al igual que en el caso de los programas del nivel precedente, los correspondientes al Segundo Año Medio incluyen numerosas actividades y ejemplos de trabajo con alumnos y alumnas, consistentes en experiencias concretas, realizables e íntimamente ligadas al logro de los aprendizajes esperados. Su multiplicidad busca enriquecer y abrir posibilidades, no recargar ni rigidizar; en múltiples puntos requieren que la profesora o el profesor discierna y opte por lo que es más adecuado al contexto, momento y características de sus alumnos y alumnas.

Los nuevos programas son una invitación a los docentes de Segundo Año Medio para ejecutar una nueva obra, que sin su concurso no es realizable. Estos programas demandan cambios importantes en las prácticas docentes. Ello constituye un desafío grande, de preparación y estudio, de fe en la vocación formadora, y de rigor en la gradual puesta en práctica de lo nuevo. Lo que importa en el momento inicial es la aceptación del desafío y la confianza en los resultados del trabajo hecho con cariño y profesionalismo.



José Pablo Arellano Marín
Ministro de Educación

Presentación	9
Organización y lógica del programa	11
Objetivos Fundamentales	14
Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa	15
Cuadro sinóptico: Unidades, contenidos y distribución temporal	17
Unidad 1: Material genético y reproducción celular	18
1. Cromosomas y genes	20
2. Mitosis: función y regulación	26
3. Meiosis: gametogénesis y variabilidad genética	30
Unidad 2: Hormonas, reproducción y desarrollo	34
1. Sexualidad humana	36
2. Concepto de hormona y control hormonal	38
3. Hormonas y sexualidad humana	42
4. Hormonas, crecimiento y desarrollo	46
Unidad 3: Variabilidad y herencia	56
1. Variabilidad	58
2. Herencia	62
Unidad 4: Biología humana y salud	66
1. Enfermedades genéticas	68
2. Enfermedades de transmisión sexual	74
3. Anomalías hormonales y uso médico de hormonas	74
Unidad 5: Organismo y ambiente	80
1. Biodiversidad y factores que la afectan	82
2. Recursos naturales	88
3. Preservación, conservación y protección	91
Evaluación	97
Anexo 1: Orientaciones metodológicas	111
Anexo 2: Enseñando ciencia	117
Anexo 3: Temas de interés	123
Bibliografía	131
Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios	
Primer a Cuarto Año Medio	133

Presentación

EL PROGRAMA DE SEGUNDO AÑO de Educación Media tiene por foco la comprensión de las bases y significado de la naturaleza, transmisión y expresión de la información genética, complementándose con la dimensión humana de la reproducción, sexualidad, salud, e impacto ambiental. En este marco se analizan los mecanismos que aseguran la continuidad y variación del material genético en relación al fenómeno de la herencia y la reproducción sexual. Un objetivo transversal incluye los aspectos afectivos, espirituales, éticos, sociales y culturales, adicionales a los biológicos, involucrados en la reproducción y sexualidad humana. Esto se encadena con los principios de la regulación hormonal necesarios para entender el ciclo reproductivo y el desarrollo. Los aspectos de salud humana que se tratan están en relación con estos temas e incluyen conceptos sobre daño del material genético, enfermedades hereditarias y cáncer. Tomando el cáncer como ejemplo de manifestación de daño en la información genética se exponen contenidos destinados a crear conciencia sobre agentes ambientales capaces de inducir mutaciones y cáncer, incluyendo los más conocidos como son la radiación solar y el tabaquismo. Finalmente, la relación de los organismos y el ambiente se estudia haciendo énfasis en los efectos de la actividad humana y en las maneras de analizar su impacto en términos de biodiversidad, equilibrio del ecosistema, y los principios de conservación y sustentación de recursos renovables.

Al igual que en 1º Año Medio, se mantiene el propósito de desarrollar una actitud científica y un entendimiento de la naturaleza de la ciencia. Entender cómo se produce este tipo de conocimiento y reconocer sus múltiples relacio-

nes e influencias en la vida cotidiana es un objetivo común a todos los años de Educación Media. Este año, los estudiantes tendrán la posibilidad de apreciar intelectualmente algunos de los logros del conocimiento biológico que más impacto cultural han causado al revelarse las bases moleculares de la herencia y sus aplicaciones en salud y en el sector productivo. Además, tendrán amplias oportunidades de aplicar metodologías de trabajo que fueron aprendidas en años anteriores, incluyendo la Educación Básica. Se insiste en actividades que contribuyen al desarrollo paulatino de las capacidades y habilidades necesarias para realizar indagaciones con base científica. El ejercicio de la indagación e investigación mejora la capacidad de tomar decisiones informadas y razonadas en asuntos personales y de orden público que a menudo requieren conocimientos elementales sobre ciencia y la tecnología. Además, durante el 2º Año Medio se fortalece el uso de internet como herramienta de búsqueda de información y como apoyo a las actividades pedagógicas relacionadas con el Programa.

El Programa de 2º Año Medio refuerza y complementa los conocimientos adquiridos en la Educación Básica, especialmente en los temas de reproducción y salud. Los alumnos y alumnas tendrán nuevas oportunidades para profundizar su conocimiento y entendimiento de la ciencia como una forma de conocimiento que se ajusta a ciertas normas y se caracteriza por su criterio empírico, argumentación lógica y revisión escéptica. Comprenderán que la investigación científica es guiada por una base de conocimiento, observaciones, ideas y preguntas. Se mantiene asimismo la práctica de inda-

gar en problemas que conciernen al funcionamiento del organismo y su relación con el ambiente. Esta práctica consiste en formularse preguntas, razonar lógicamente y críticamente, comunicar argumentos científicos y planificar y conducir investigaciones enmarcadas en un tema. La indagación a partir de auténticas preguntas originadas desde las experiencias de los estudiantes constituye la estrategia central de enseñanza que propone este programa. Para esto, se entrega información y conceptos sencillos como puntos de inicio para involucrar a los alumnos y alumnas en experiencias de indagación científica ajustadas a las capacidades cognitivas del nivel. El enfoque indagador como método activo de enseñanza debe combinarse equilibradamente con el tipo de clase lectiva. El propósito es aprender el conocimiento biológico entendiéndolo a partir de observaciones y situaciones experimentales que estimulen un aprendizaje activo e involucre una positiva experiencia del estudiante.

Aprender a aprender es crucial para continuar leyendo, aprendiendo y estudiando a

medida que aparezcan las necesidades y las oportunidades. Todos los estudiantes deben tener la oportunidad de vivenciar positivamente lo que significa aprender y entender algo científicamente, a través del ejercicio guiado y continuado. Es necesario dar posibilidades a los jóvenes para discutir sus propias interpretaciones y para participar activamente en la interpretación de conceptos y explicaciones con base científica. Deben ser guiados en la adquisición e interpretación de la información y recibir estímulo positivo en todas las etapas de análisis de problemas, conceptos o explicaciones de los fenómenos biológicos. Sentir que contribuyen en la formulación de los problemas y en la definición de las etapas y medios posibles para dilucidarlos los llevará a adquirir confianza y certeza de que pueden realizar su propio camino.

El programa de Biología es un instrumento de trabajo, de consulta permanente, que emplea un vocabulario simple y riguroso. Su cobertura total requiere una programación cuidadosa y detallada.

Organización y lógica del programa

El programa fue estructurado en cinco unidades: Unidad 1: **Material genético y reproducción celular**; Unidad 2: **Hormonas, reproducción y desarrollo**; Unidad 3: **Variabilidad y herencia**; Unidad 4: **Biología humana y salud**, y finalmente Unidad 5: **Organismo y ambiente**. La secuencia de los temas que cubren estas Unidades mantiene una lógica de organización que trata primero los organismos como sistemas biológicos desde el nivel celular al fisiológico, con sus implicaciones en biología humana y salud, para luego tratar sus relaciones con el ambiente al nivel ecológico.

El programa está organizado en torno a actividades que entregan información elemental y ofrecen la posibilidad de efectuar un aprendizaje activo, involucrando al profesor o profesora en la motivación de experiencias de indagación, sean éstas parciales o completas. En los ejemplos de las actividades se indican claramente los aspectos que pueden ser tratados como indagación mediante preguntas y respuestas, administrando claves para las explicaciones, interpretaciones y conclusiones a las que se debe llegar. Las tablas se utilizan para mostrar información, explicar procesos o iniciar actividades de indagación en base a preguntas y explicaciones. En ningún caso deben ser aprendidas de memoria. En todo momento debe privilegiarse que se entiendan los conceptos contenidos en las ilustraciones y las tablas.

Algunas actividades se basan en la observación, recolección de datos, reflexión y análisis de eventos y fenómenos que surgen de la experiencia de los alumnos y alumnas. Otras actividades promueven el análisis crítico de fuentes secundarias de información, tales como multimedia, libros y revistas en la bi-

blioteca. Se han seleccionado actividades de diversos tipos destinadas a desarrollar las habilidades de:

- a) Informarse, a través de la lectura e interpretación de textos, tablas, gráficos, esquemas, y fotografías;
- b) Comunicar, realizando tablas, gráficos, esquemas funcionales, presentaciones frente al curso, informes, explicaciones y conclusiones en frases cortas, etc.;
- c) Razonar, clasificando según diversos criterios, haciendo relaciones entre información nueva y los conocimientos previamente adquiridos, estableciendo comparaciones funcionales o estructurales, elaborando conclusiones, analizando información presentada en diversas formas, identificando, dando forma y entendiendo las preguntas que guían las investigaciones bibliográficas y experimentales, etc.; y
- d) Realizar, ejecutando programas computacionales, montajes sencillos, carpetas, etc.

El nivel de profundidad y los detalles del conocimiento que deben adquirir alumnos y alumnas están expuestos en los ítemes “Aprendizajes esperados” que acompañan cada unidad y subunidad. Estos se aclaran aún más en los “Ejemplos” y en las “Indicaciones al docente”. Los esquemas e ilustraciones muestran también el nivel de simplificación que debe alcanzarse.

El programa permite movilidad e integración de distintas unidades. Esto es especialmente válido para la Unidad 4: **Biología humana y salud**, cuyos tópicos pueden ser tratados separadamente, incluyéndolos en las otras unidades según corresponda. Las actividades han sido desglosadas por conveniencia para la exposición del programa y para sugerir un modelo de or-

denación, pero pueden fundirse varias de ellas en una sola o reordenarse según se estime apropiado didácticamente. *Los ejemplos de actividades no son obligatorios*, por el contrario, tienen como objetivo proporcionar alternativas que el profesor o la profesora pueden utilizar literalmente, combinarlos o diseñar sus propios ejemplos en base a los presentados. El docente deberá adecuar las actividades a las condiciones locales para el logro de los objetivos según su criterio. El orden de presentación de los conceptos, contenidos y actividades constituye una propuesta educativa, la que puede ser modificada. Por ejemplo, podrían ajustarse para realizar actividades integradas con otras disciplinas, tales como Matemáticas, Física o Química. También es importante que los ejemplos de actividades sean adaptados a las condiciones, tradiciones y costumbres propias de cada región y comunidad.

Indicaciones y orientaciones didácticas

Es imperativo una lectura completa y cuidadosa del programa para apropiarse de esta nueva visión de la enseñanza de la biología y aprovechar el material que se entrega en las definiciones de los aprendizajes esperados, los ejemplos de actividades, las indicaciones al profesor, las tablas, figuras y anexos. Una lectura previa permitirá distinguir la información, apreciar el nivel de profundidad que debe alcanzarse y pensar las estrategias de enseñanza. Esto facilitará el diseño de una planificación que logre cubrir los contenidos y cumplir las intenciones respecto del conocimiento, el entendimiento y las habilidades que el programa pretende desarrollar. La planificación de las actividades y clases lectivas es crucial para conseguir un equilibrio que incluya más experiencias de indagación. Otro aspecto importante de la planificación se relaciona con la organización de los estudiantes. Es necesario estimular el trabajo grupal, la opinión y la discusión de ideas en el contexto de un cierto conocimiento.

Es importante que cada unidad y tópico se fundamente en alguna problemática científica, formulada a partir de hechos provenientes de observaciones, datos de actualidad o experiencias vividas por los estudiantes, ofreciendo a las alumnas y alumnos una diversidad de actividades. Conviene presentar los datos en forma integrada y utilizar fuentes diversas de información, tales como videos, películas o simulaciones computacionales, exámenes de laboratorio e informática educativa. Las actividades prácticas otorgan a la enseñanza de la biología mayor valor formativo, desarrollando en el estudiantado un conjunto de capacidades. Esto no significa necesariamente un montaje experimental costoso y complejo. Un sencillo experimento puede ser de máximo provecho si es utilizado para ejercitar y hacer evidente los procedimientos de observación, razonamiento y comunicación de la ciencia, partiendo de preguntas que surjan del alumnado motivadas por el docente. Cuando sea pertinente, en términos de contenidos o métodos, deben aprovecharse las oportunidades de realizar un enlace o integración con otras disciplinas.

La evaluación no sólo debe probar si el alumnado ha memorizado información sino también debe medir el grado de entendimiento, razonamiento, y aplicación del conocimiento, es decir, las habilidades que se logran a través de la indagación e investigación. La evaluación puede realizarse de diversas maneras. Además de las pruebas convencionales de papel y lápiz, deben probarse presentaciones orales, portafolios (carpetas), entrevistas, reportes de investigación, breves resúmenes o ensayos escritos. Una evaluación formativa es crucial para detectar dificultades durante el estudio y una evaluación sumativa contribuye a elaborar un resumen de conocimientos. Se aconseja realizar controles con ejercicios cortos en cada clase, y una o dos pruebas que no excedan más de una hora por unidad. Los controles deben contener un pequeño número de preguntas destinadas a verificar la adquisi-

ción de conocimiento, primero, y luego evaluar la aplicación de los conocimientos y métodos, y el razonamiento sobre un documento.

Los estudiantes deben planear y hacer presentaciones al resto de la clase acerca de su trabajo, decidiendo ellos mismos la manera de organizar y presentar los datos. Deben explicar y justificar su trabajo a ellos mismos y a otros como un medio para desarrollar una actitud científica, al ejercitar la capacidad de poner a prueba la validez del conocimiento que ellos mismos han producido en sus búsquedas e indagaciones, y de aceptar y reaccionar positivamente a las críticas constructivas de los demás. Con el conjunto de estas prácticas, que se repetirán en los próximos años, se irá moldeando un entendimiento de lo que es una indagación científica.

Objetivos Fundamentales

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Apreciar y entender el significado de la reproducción sexual y asexual en la transmisión del material genético y en la herencia.
2. Apreciar y valorar la interrelación de los aspectos biológicos, afectivos, espirituales, éticos, culturales, sociales y ambientales de la sexualidad, reproducción y desarrollo humano.
3. Tomar conciencia del problema de la conservación del medio ambiente y conocer los principios biológicos que pueden aplicarse a su análisis y cuidado.
4. Conocer y analizar las aplicaciones en las áreas de la salud y la reproducción basadas en el conocimiento científico sobre hormonas.
5. Conocer la historia de determinadas teorías científicas, comprendiendo la historicidad y el carácter dinámico, refutable y perfectible del conocimiento científico.

Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa

Los Objetivos Fundamentales Transversales (OFT) definen finalidades generales de la educación referidas al desarrollo personal y la formación ética e intelectual de alumnos y alumnas. Su realización trasciende a un sector o subsector específico del currículum y tiene lugar en múltiples ámbitos o dimensiones de la experiencia educativa, que son responsabilidad del conjunto de la institución escolar, incluyendo, entre otros, el proyecto educativo y el tipo de disciplina que caracteriza a cada establecimiento, los estilos y tipos de prácticas docentes, las actividades ceremoniales y el ejemplo cotidiano de profesores y profesoras, administrativos y los propios estudiantes. Sin embargo, el ámbito privilegiado de realización de los OFT se encuentra en los contextos y actividades de aprendizaje que organiza cada sector y subsector, en función del logro de los aprendizajes esperados de cada una de sus unidades.

Desde la perspectiva señalada, cada sector o subsector de aprendizaje, en su propósito de contribuir a la formación para la vida, conjuga en un todo integrado e indisoluble el desarrollo intelectual con la formación ético-social de alumnos y alumnas. De esta forma se busca superar la separación que en ocasiones se establece entre la dimensión formativa y la instructiva. Los programas están contruidos sobre la base de contenidos programáticos significativos que tienen una carga formativa muy importante, ya que en el proceso de adquisición de estos conocimientos y habilidades los estudiantes establecen jerarquías valóricas, formulan juicios morales, asumen posturas éticas y desarrollan compromisos sociales.

Los Objetivos Fundamentales Transversales definidos en el marco curricular nacional

(Decreto N° 220), corresponden a una explicitación ordenada de los propósitos formativos de la Educación Media en cuatro ámbitos: *Crecimiento y Autoafirmación Personal, Desarrollo del Pensamiento, Formación Ética, Persona y Entorno*; su realización, como se dijo, es responsabilidad de la institución escolar y la experiencia de aprendizaje y de vida que ésta ofrece en su conjunto a alumnos y alumnas. Desde la perspectiva de cada sector y subsector, esto significa que no hay límites respecto a que OFT trabajar en el contexto específico de cada disciplina; las posibilidades formativas de todo contenido conceptual o actividad debieran considerarse abiertas a cualquier aspecto o dimensión de los OFT.

Junto a lo señalado, es necesario destacar que hay una relación de afinidad y consistencia en términos de objeto temático, preguntas o problemas, entre cada sector y subsector, por un lado, y determinados OFT, por otro. El presente programa de estudio ha sido definido incluyendo (verticalizando), los objetivos transversales más afines con su objeto, los que han sido incorporados tanto a sus objetivos y contenidos, como a sus metodologías, actividades y sugerencias de evaluación. De este modo, los conceptos (o conocimientos), habilidades y actitudes que este programa se propone trabajar integran explícitamente gran parte de los OFT definidos en el marco curricular de la Educación Media.

El Programa de Biología de Segundo Año Medio refuerza algunos OFT que tuvieron presencia y oportunidad de desarrollo durante el Primer Año Medio y adiciona otros propio de las nuevas unidades.

- en el ámbito *Crecimiento y autoafirmación personal*, el OFT referido al cuidado del propio cuerpo: el programa tiene como uno

de sus focos la creación de criterios de valoración de la vida y el desarrollo de hábitos de cuidado del propio cuerpo. Ello en base, entre otros aspectos, al conocimiento sobre las enfermedades de transmisión sexual y sus formas de prevenirlas, comprensión de la relación que existe entre las mutaciones genéticas (cáncer) y el tabaquismo y la exposición exagerada a la radiación solar. Asimismo, el programa en su conjunto promueve la realización de los OFT de formar y desarrollar el interés y la capacidad de conocer la realidad, y utilizar el conocimiento y la información.

- Todos los OFT del ámbito *Desarrollo del pensamiento*, son una dimensión central de los aprendizajes, contenidos y actividades del programa. En este marco, tienen especial énfasis las habilidades de investigación y el desarrollo de formas de observación, razonamiento y de proceder características del método científico, así como las de exposición y comunicación de resultados de actividades experimentales o de indagación.
- En relación a los OFT del ámbito de la *Persona y su entorno*, el programa tiene como una de sus cinco unidades el estudio del concepto y los problemas de la biodiversidad; e integra en los contenidos y acti-

vidades respectivos la formación de criterios sobre la temática medio ambiental, fundados en valores de compromiso y responsabilidad individual y social sobre las estrategias para un desarrollo sustentable. El foco formativo referido incluye ejemplos con un enfoque regional y acciones concretas como la elaboración de informativos ecológicos que muestran el deterioro ambiental en su entorno, la responsabilidad humana en el hecho y propuestas de solución.

La segunda unidad del programa aborda de una manera integral y desde una dimensión valórica, afectiva y ética la sexualidad y la reproducción humana. Desde esta perspectiva, si bien la unidad se centra en los aspectos biofisiológicos y hormonales se abre a miradas transversales que incluyen aspectos psicológicos, sociales y culturales. Especial hincapié se pone en la importancia de las relaciones afectivas, espirituales y de respeto mutuo en la pareja humana. Además, se incluyen aspectos vinculados con la paternidad y maternidad responsable.

Junto a lo señalado, el programa, a través de las sugerencias al docente que explicita, invita a prácticas pedagógicas que realizan los valores y orientaciones éticas de los OFT, así como sus definiciones sobre habilidades intelectuales y comunicativas.

Unidades, contenidos y distribución temporal

Cuadro sinóptico

Unidades				
1 Material genético y reproducción celular.	2 Hormonas, reproducción y desarrollo.	3 Variabilidad y herencia.	4 Biología humana y salud.	5 Organismo y ambiente.
Contenidos				
1. Cromosomas y genes. 2. Mitosis: función y regulación. 3. Meiosis: gametogénesis y variabilidad genética.	1. Sexualidad humana. 2. Concepto de hormona y control hormonal. 3. Hormonas y sexualidad humana. 4. Hormonas, crecimiento y desarrollo.	1. Variabilidad. 2. Herencia.	1. Enfermedades genéticas. 2. Enfermedades de transmisión sexual. 3. Anomalías hormonales y uso médico de hormonas.	1. Biodiversidad y factores que la afectan. 2. Recursos naturales. 3. Preservación, conservación y protección.
Distribución temporal				
7 - 8 semanas	9 - 10 semanas	6 - 7 semanas	6 - 7 semanas	5 - 6 semanas



Unidad 1

Material genético y reproducción celular

Orientaciones didácticas

En esta unidad los alumnos y las alumnas serán expuestos a actividades que les harán comprender el significado de la información genética, en qué consiste y cómo se organiza y se transmite al nivel celular y al nivel de organismo. Se les explicarán los conceptos de genoma, genotipo y fenotipo y sus relaciones. Debe quedar clara la relación genotipo-fenotipo como una manifestación de un programa genético codificado en unidades llamadas genes. La expresión génica se trata sólo de manera que se entienda que define las características propias de la especie y cuya transmisión de generación en generación asegura la herencia de estas características. No debe entrarse en detalles de la estructura génica. Se les puede explicar sin mayores pormenores que la información genética es leída y ejecutada por proteínas, para reforzar este concepto luego, en la Unidad 3: **Variabilidad y herencia**. Al examinar cariotipos de distintas especies se pretende que aprecien la organización del material genético en cromosomas, la diploidía y las diferencias cromosómicas entre sexos, para luego invitarlos a que detecten las anomalías en algunas enfermedades hereditarias. Las observaciones de los cariotipos y del comportamiento de los cromosomas durante el proceso de formación de gametos deben acompañarse de explicaciones que muestren constantemente y con distintos ejemplos la relación entre el genotipo y el fenotipo. Para entender que la información genética se transmite a nivel celular se estudia el comportamiento de los cromosomas en la mitosis y en la meiosis. Es importante enfatizar que la reproducción celular por mitosis es esencial en procesos de desarrollo y reparación de tejidos, en los cuales la información genética se duplica y transmite a las células hijas sin mayores variaciones. En este contexto debe tratarse el ciclo celular mitótico enfatizando sólo las etapas de duplicación del ADN y los cromosomas antes de que ocurra la mitosis. En cambio, al estudiar el papel de la meiosis en la formación de gametos se les llamará la atención de que estas células particulares reciben un número haploide de cromosomas, que ya no son idénticos a los de los progenitores por la recombinación de segmentos de cromosomas homólogos paternos y maternos y que esto ocurre previamente a su segregación en los gametos. En términos del significado es necesario ilustrar que la meiosis introduce un importante grado de variación genotípica en la especie, reflejada en variaciones fenotípicas heredables y seleccionables por los mecanismos de evolución que se estudiarán el próximo año. Es importante encadenar esta unidad con la Unidad 2: **Hormonas, reproducción y desarrollo** en la que se ven otros aspectos de la formación de gametos. Con

este conocimiento de base se explicará el significado de la reproducción sexual como un proceso de flujo de información genética que involucra una etapa de recombinación genética, formación de gametos haploides y restitución de la diploidía en la fecundación. Queda establecida la relación entre sexualidad y variación genética.

Contenidos

1. Cromosomas y genes.
2. Mitosis: función y regulación.
3. Meiosis: gametogénesis y variabilidad genética.

Aprendizajes esperados

Los alumnos y alumnas saben y entienden:

- que los cromosomas son portadores de los genes y que éstos son las unidades donde se encuentra codificada la información genética;
- el comportamiento de los cromosomas en la mitosis y la meiosis;
- que todo fenotipo es la consecuencia del genotipo y el ambiente (ecuación fundamental de la genética);
- el significado de la mitosis en la reproducción de organismos iguales (asexualidad), su regulación y función en el crecimiento, en la renovación de los tejidos y en el cáncer;
- el significado de la meiosis en la formación de gametos, reproducción sexual, y como fuente de variabilidad genética y mantención de la diploidía en la transmisión del material genético.

Los alumnos y alumnas mejoran sus habilidades de:

- informarse obteniendo y procesando información científica de diversas fuentes, incluyendo medios de informática;
- razonar interpretando experimentos y estableciendo relaciones entre distintas categorías de información;
- comunicar y discutir, acerca del significado de fenómenos biológicos.

1. Cromosomas y genes

Actividad 1

Examinar experimentos clásicos para deducir la localización del material genético y su relación con el fenotipo en eucariontes.

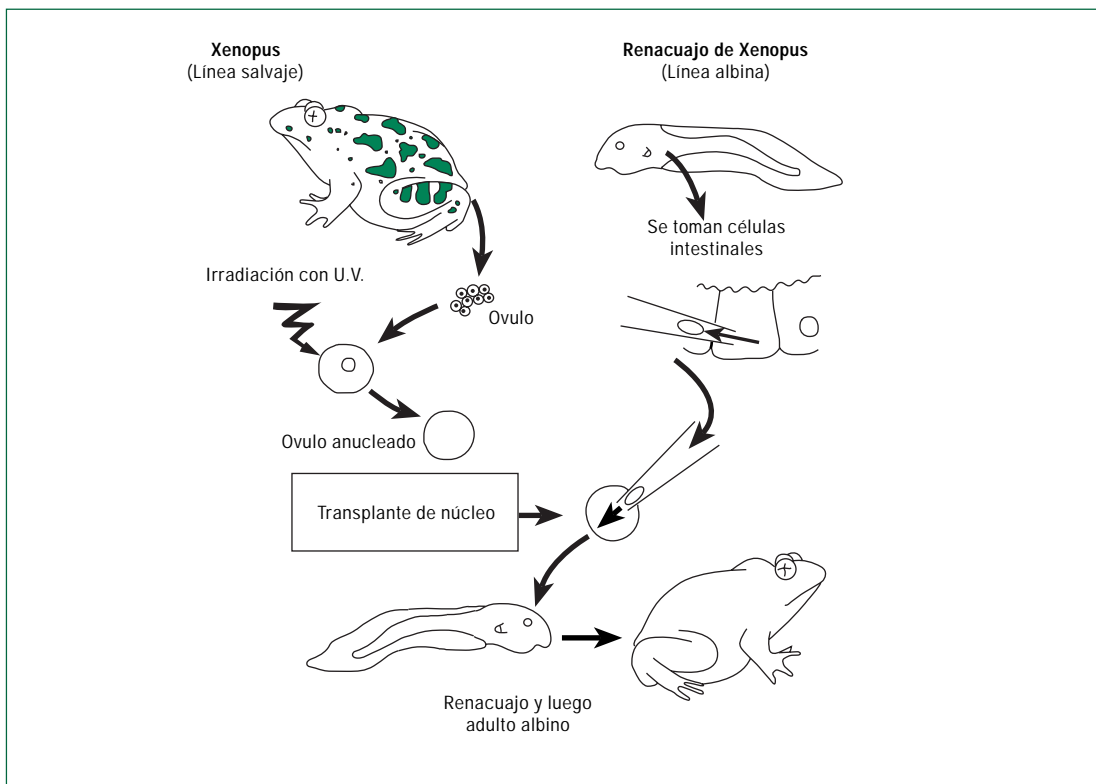
Ejemplo

Examinar experimentos de transferencia de núcleos en *Xenopus* (Gurdon, 1960) o en *Acetabularia* como los de la figura siguiente; formular hipótesis sobre la localización del material genético y establecer su relación con el fenotipo en eucariontes.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Orientados mediante preguntas deducirán que la información genética se encuentra en el núcleo celular y que es responsable de la expresión de distintos caracteres en el fenotipo del organismo.

Figura 1
Transferencia de núcleo en *Xenopus*



Actividad 2

Estudiar y comparar cariotipos humanos, identificando los elementos característicos de los cromosomas, los pares sexuales y estableciendo relaciones con el fenotipo.

Ejemplo

Los alumnos y las alumnas observan en un diagrama simplificado la técnica que se utiliza para realizar un cariotipo. (El profesor o profesora puede consultar por ejemplo la página 201 de *Invitación a la Biología*, Curtis y Barnes). Realizan esquemas simplificados de cromosomas y rotulan los elementos distintivos (cromátide y centrosoma). Luego, estudian el cariotipo humano de un hombre y una mujer, lo describen (cantidad, tipos y criterios de ordenamiento de los cromosomas) reconociendo los distintos tipos de cromosomas, su agrupación en pares (cromosomas homólogos), y las diferencias en relación con el sexo (x,y). Analizan un cariotipo de un individuo afectado de alguna anomalía (ejemplo, Síndrome de Down o Turner) y determinan la particularidad del cariotipo comparado con el de un individuo normal. Redactan en una frase la relación que existe entre los cromosomas de un individuo y el fenotipo de éste.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Con esta actividad se pretende plantear una primera aproximación a la relación entre la información de los cromosomas y el fenotipo. Como una actividad opcional, se podrá pedir como tarea que los estudiantes encuentren y realicen actividades para confeccionar cariotipos en distintas direcciones de internet, tales como la siguiente: <http://www.biology.arizona.edu>

No debe enseñarse la clasificación de los cromosomas.

Actividad 3

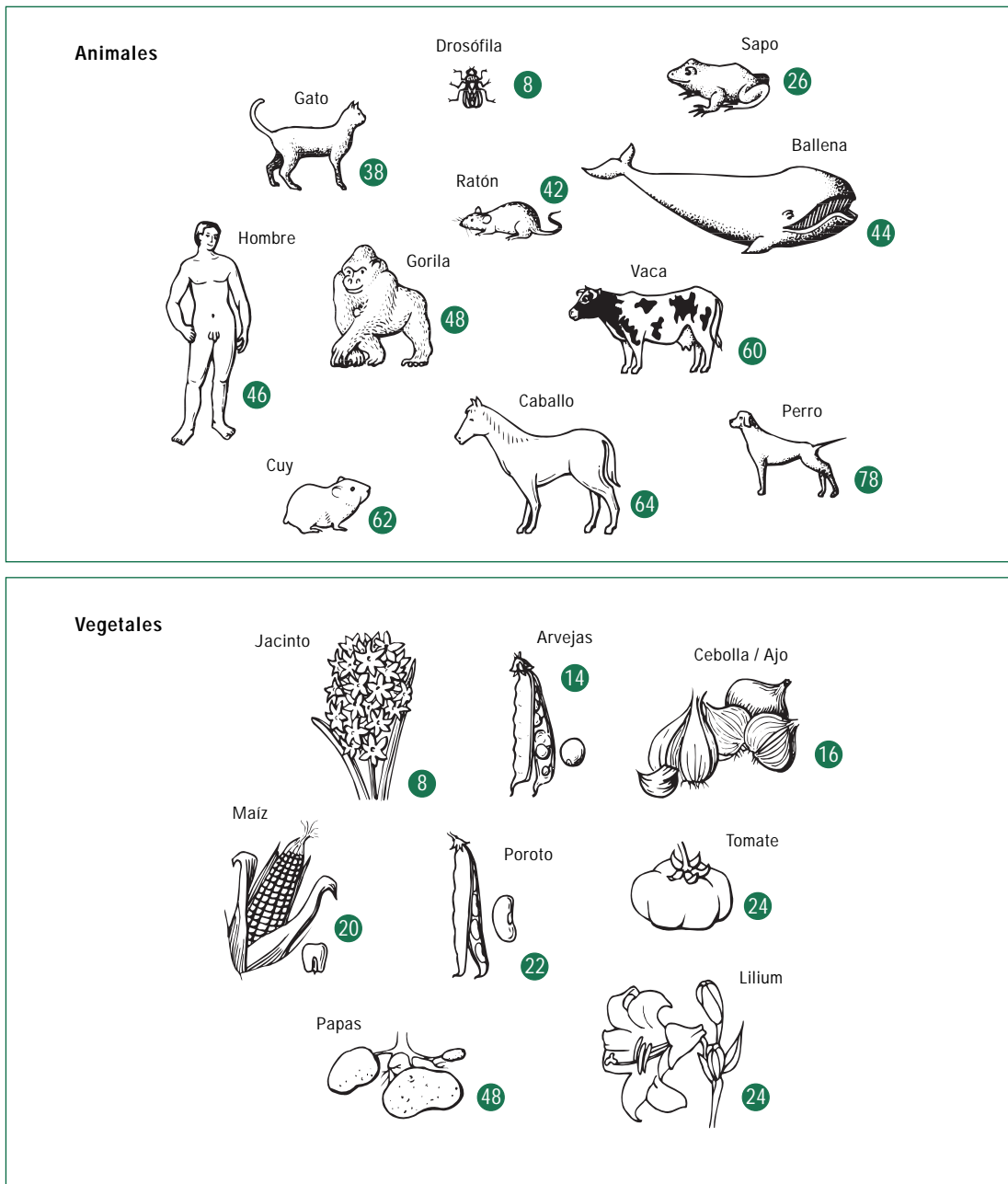
Constatar la constancia del número de cromosomas en las células del organismo humano y de otras especies y conocer la fórmula cromosómica convencional.

Ejemplo

Alumnas y alumnos examinan cariotipos en distintas células del cuerpo humano y cariotipos de diferentes especies tanto animales como vegetales. El docente les explicará que cada cromosoma se encuentra en 2 ejemplares llamados cromosomas homólogos. Con una figura como la siguiente, se informan sobre el número de cromosomas de distintas especies biológicas, constatando que el número de cromosomas es generalmente un número par y

que no siempre guarda relación con el grado de evolución y el tamaño de los organismos de una especie. El profesor o profesora presentará la fórmula cromosómica convencional de una especie, induciendo a reflexionar sobre el hecho que el material genético se transmite y se conserva en los individuos de una misma especie.

Figura 2
Número de cromosomas en distintas especies animales y vegetales



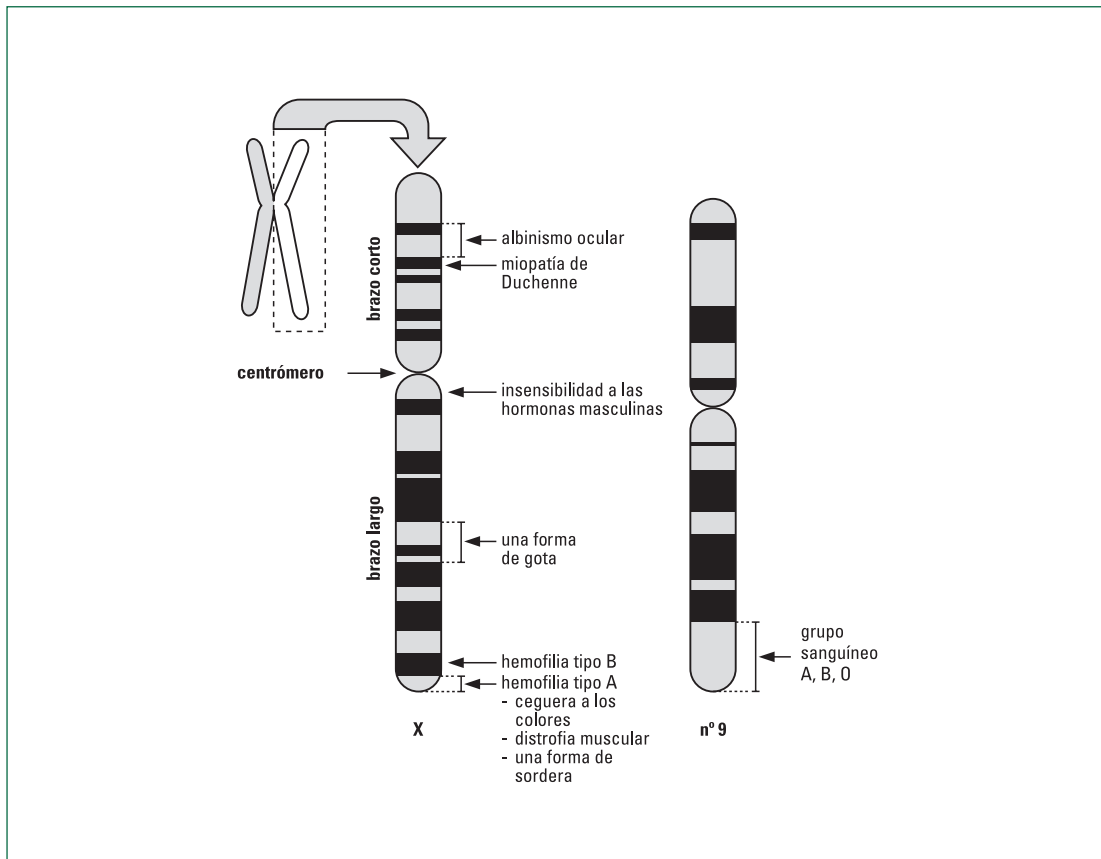
Actividad 4

Definir el concepto de gen y ubicar algunos de ellos en distintas cromosomas.

Ejemplo A

Examinan esquemas simplificados de mapas génicos, como el siguiente, que representa el cromosoma 9 donde se encuentran miles de genes y, entre ellos, los genes del grupo sanguíneo AB0 (flecha). El profesor o profesora explicará que: a) la información genética se encuentra dividida en unidades llamadas genes que son transportados por los cromosomas, y que en cada región cromosómica, representada por una banda, existen decenas a cientos de genes distintos; b) cada gen determina una característica particular. Los alumnos y alumnas propondrán una definición de gen que redactarán en una frase.

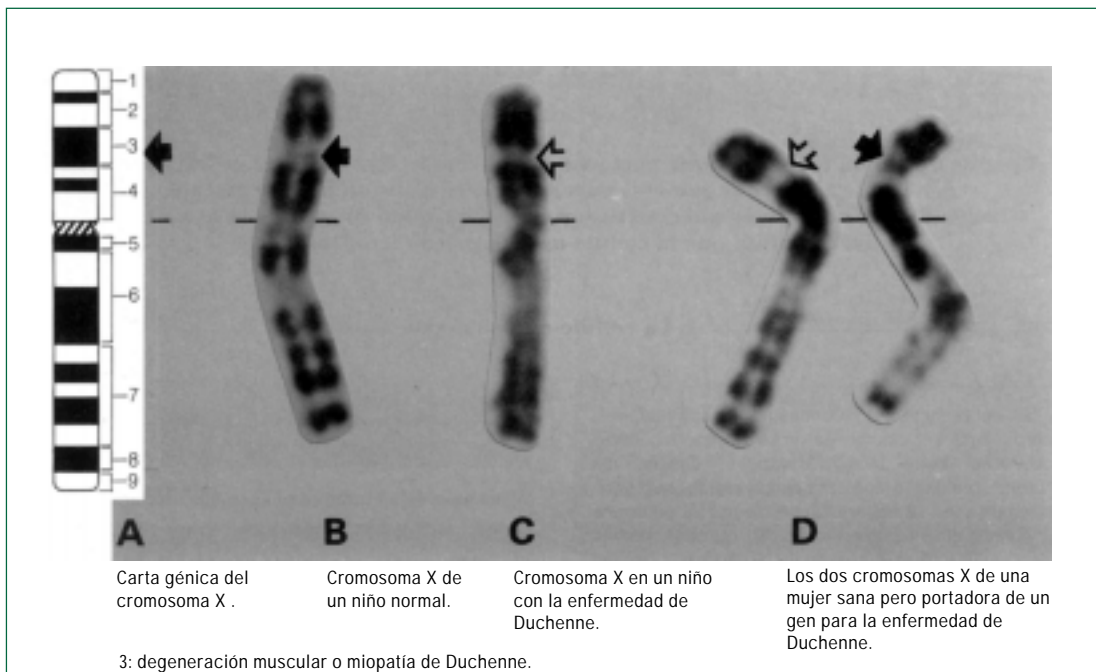
Figura 3
Representación de una región cromosómica de los cromosomas X y nº 9 con su contenido de genes



Ejemplo B

Estudiar un mapa génico que muestre los genes del cromosoma X de un niño con enfermedad de Duchenne y compararlo con el de un niño normal. Los alumnos y alumnas formulan una hipótesis sobre el origen de esta enfermedad y guiados por el docente descubren la relación entre la región ausente del cromosoma y la enfermedad de Duchenne. Redactan en una frase una definición de gen.

Figura 4
Cromosomas X de diferentes individuos



Actividad 5

Informarse sobre el empaquetamiento del material genético, describiendo y apreciando su grado de compactación.

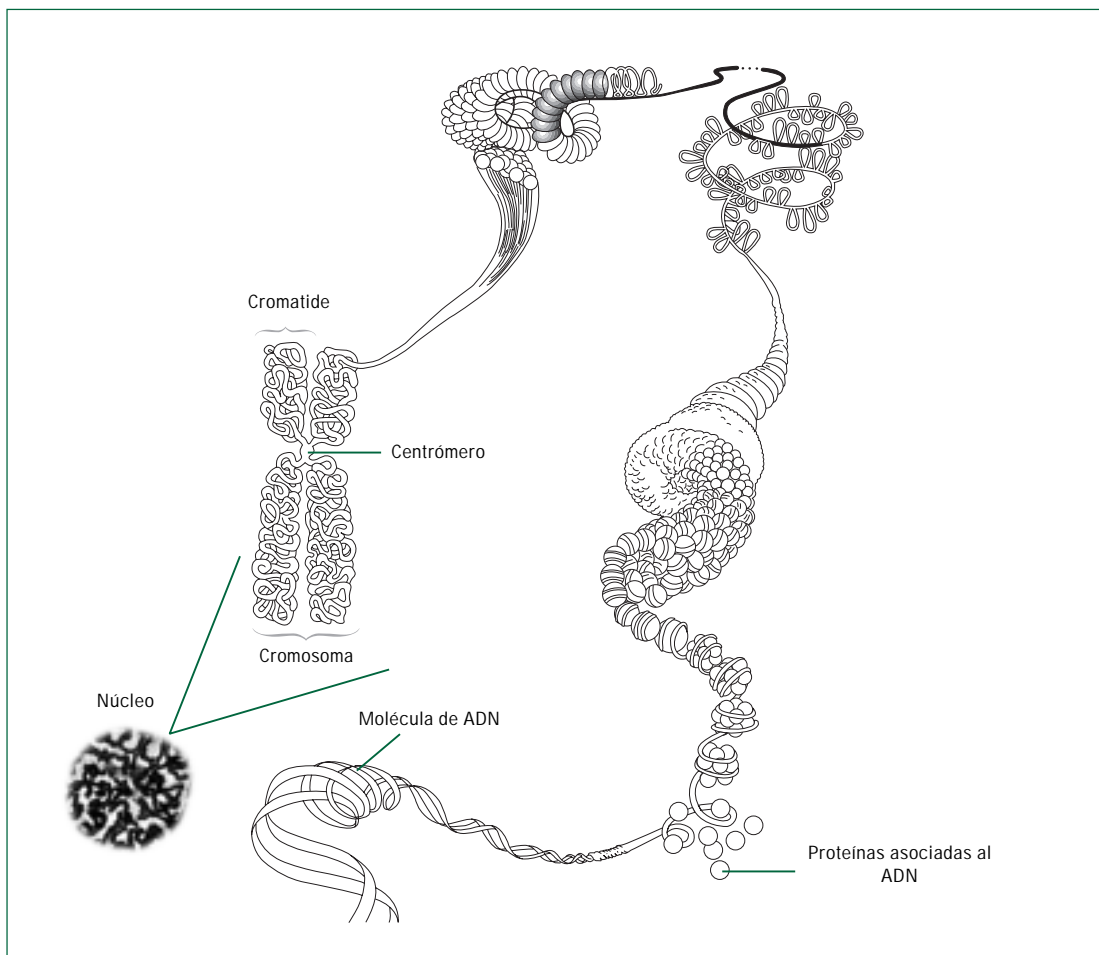
Ejemplo A

Utilizando una figura esquemática como la siguiente, alumnas y alumnos se informan sobre la dimensión lineal del material genético y describen su grado de compactación en los cromosomas.

Ejemplo B

Utilizando una tabla con las medidas lineales del ADN y de un cromosoma, los estudiantes comparan ambas longitudes y formulan una hipótesis sobre la forma en que el material genético se organiza al interior del núcleo. Alumnas y alumnos podrán verificar sus hipótesis, realizando una manipulación sencilla como la de enrollar un trozo de alambre de un largo determinado, apreciando las diferencias de longitudes al principio y al final. Describen en una frase el grado de compactación del material genético en los cromosomas.

Figura 5
Empaquetamiento del material genético en el cromosoma



INDICACIONES AL DOCENTE:

Se sugiere consultar las páginas 275 y 276 del libro *Invitación a la Biología*, de Curtis y Barnes, para otros ejemplos. No se debe explicar la estructura de doble hélice del ADN y tampoco el código genético.

2. Mitosis: función y regulación

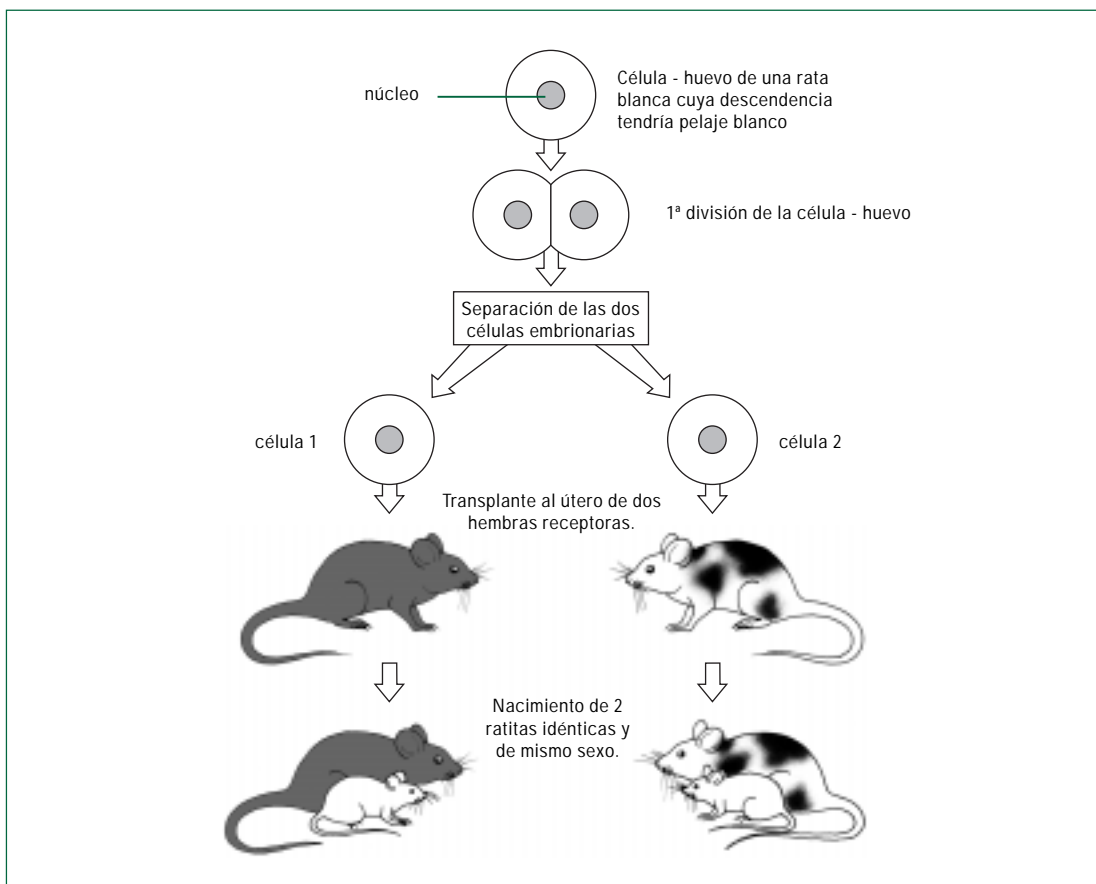
Actividad 1

Interpretar y formular hipótesis en base a resultados experimentales que pongan en evidencia la conservación de la información genética al transmitirse de una célula a otra durante la mitosis.

Ejemplo A

Interpretar los resultados obtenidos en el experimento que se presenta en la figura siguiente y formular una hipótesis con respecto al proceso que deberán experimentar los cromosomas de una célula durante el transcurso de una división celular.

Figura 6
Conservación de la información genética



INDICACIONES AL DOCENTE:

Explicar someramente que el ADN contiene información en forma de código.

Ejemplo B

Contar el número de cromosomas (en un cariotipo) de las 2 células resultantes de la división de una célula-huevo. Formular una hipótesis del mecanismo que pudo haber originado esta copia idéntica.

Actividad 2

Esquematizar y describir el comportamiento de los cromosomas durante el ciclo celular mitótico y discutir sobre la necesidad de duplicar el material genético en cada división.

Ejemplo

Alumnos y alumnas observan imágenes de diversas fuentes, tales como videos, fotografías, esquemas o preparaciones microscópicas de raíces de cebolla y describen los cambios experimentados por los cromosomas durante el transcurso de una división celular y su distribución en las células hijas durante este proceso. La profesora o profesor les presentará un esquema con las etapas del ciclo celular y los estudiantes discutirán sobre la necesidad de duplicar el material genético antes de toda división.

INDICACIONES AL DOCENTE:

No se deben memorizar los detalles ni los nombres de cada etapa de la mitosis (ciclo celular mitótico). Lo que importa es que los estudiantes entiendan el proceso globalmente y su importancia. Como actividad opcional se pueden observar las imágenes animadas de una mitosis que aparecen en el internet: <http://www.biology.uc.edu/vgenetic/mitosis.profase.htm>

Actividad 3

Distinguir la función de la mitosis en distintos procesos de los seres vivos (unicelulares y multicelulares).

Ejemplo

A partir de una discusión organizada el profesor o profesora guiará a los estudiantes para que reconozcan el papel de la mitosis en distintos organismos unicelulares y multicelulares, incluyendo procesos de desarrollo y reparación de tejidos, en etapas fetales y embrionarias, en niños y adultos.

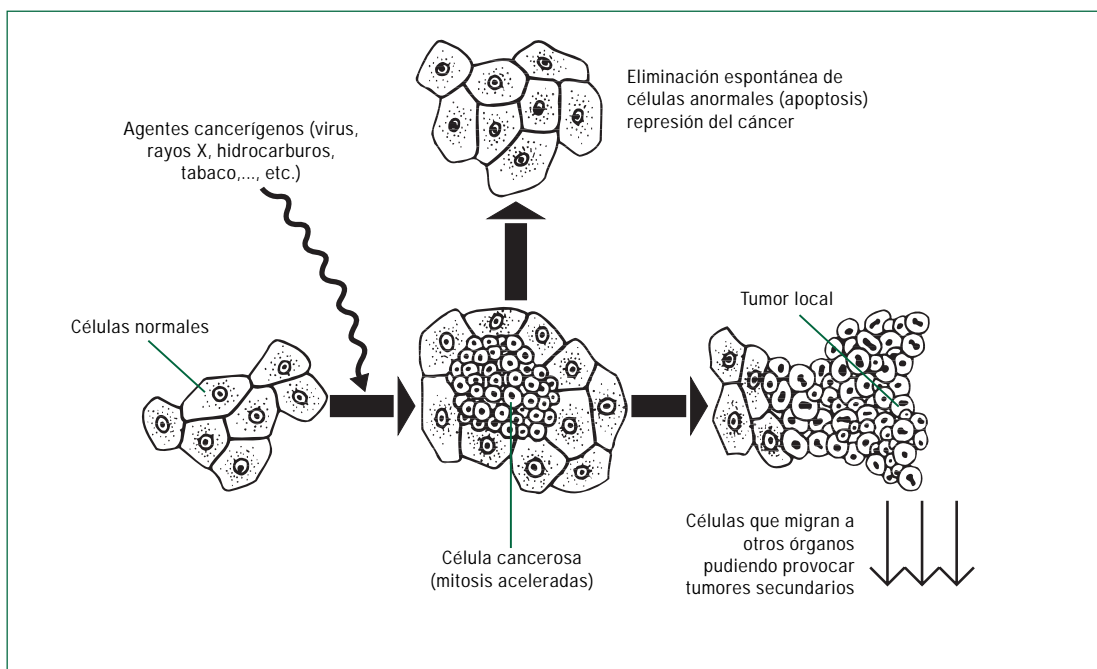
Actividad 4

Informarse y discutir sobre la importancia de la regulación de la mitosis en procesos de crecimiento, desarrollo y cáncer.

Ejemplo A

El profesor o profesora explica que los distintos órganos se desarrollan hasta cierto tamaño y que en la reparación de heridas se restituye sólo el material dañado o perdido. Promover una discusión de estos hechos planteando la necesidad de que la multiplicación celular, que da cuenta del crecimiento y de la reparación de tejidos, debe ser un proceso regulado. Se explicará que en los tejidos ocurre normalmente un balance entre la cantidad de células que se reproducen por mitosis y aquellas que desaparecen por muerte celular programada (apoptosis). Alumnos y alumnas observan láminas o fotografías que ilustran crecimientos anormales, tumorales, y discuten causas de su aparición y las consecuencias para el organismo. Utilizando un esquema como el siguiente los estudiantes se informan que una alteración en la regulación de la reproducción celular por mitosis lleva al crecimiento tumoral.

Figura 7
Alteraciones en la reproducción celular por mitosis



Ejemplo B

Realizar un trabajo de investigación bibliográfico grupal sobre la regulación de la mitosis en procesos de crecimiento, desarrollo y cáncer que permita a los alumnos y alumnas transferir conocimientos a su realidad inmediata, abarcando distintos enfoques tales como el médico, estadístico, de agentes desencadenantes, sociales. Exponer el trabajo frente al curso en forma breve y promover una discusión sobre la importancia de este proceso.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Información para profundizar en esta temática se halla en Villé, págs. 370-371, 792, 923; y H. Curtis, págs. 378-379 y 768 y en el anexo.

3. Meiosis: gametogénesis y variabilidad genética

Actividad 1

Identificar similitudes y diferencias de diversos rasgos en una misma familia, formular una hipótesis para explicar sus observaciones y definir el término carácter hereditario.

Ejemplo

Cada alumno y alumna hace un listado de características comunes que incluya rasgos morfológicos, fisiológicos o eventualmente patológicos (por ejemplo: diabetes), entre los miembros de su familia. Formula una hipótesis o explicación de los hechos observados y propone una definición de carácter hereditario.

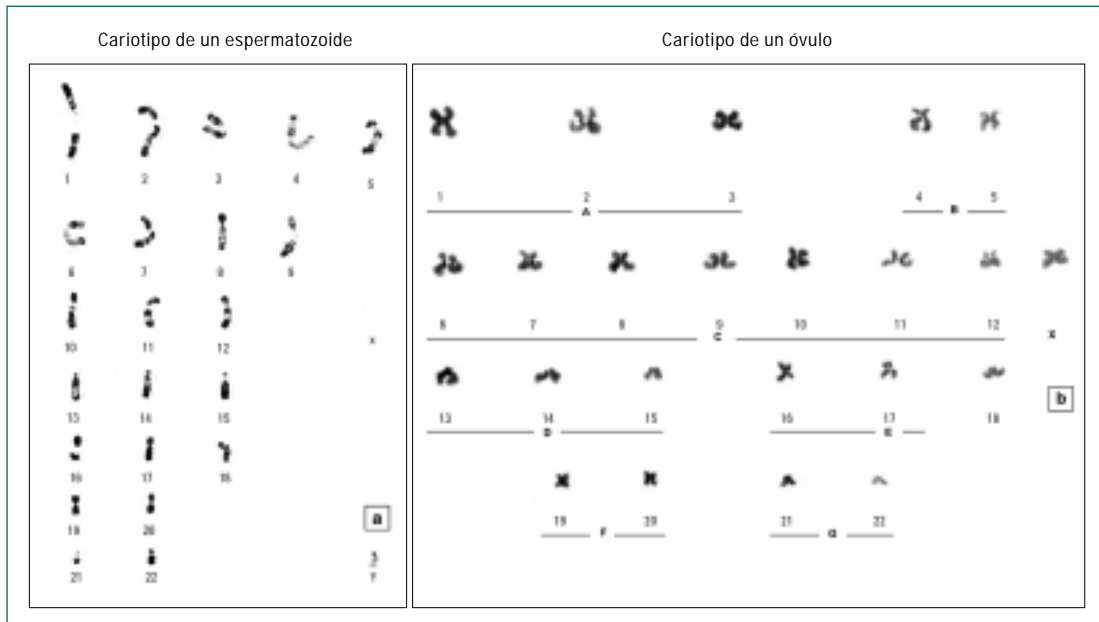
Actividad 2

Caracterizar y comparar los cariotipos de gametos masculinos y femeninos, con el de otras células del organismo, formulando luego una hipótesis que explique las diferencias observadas.

Ejemplo

El docente planteará a los estudiantes, el problema del número de cromosomas que debe aportar cada gameto para que la célula huevo contenga los 46 cromosomas propios de la especie humana. Alumnos y alumnas propondrán un método para verificar que cada gameto aporta la mitad de cromosomas (cariotipo). Comparan en esquemas o documentos fotográficos el cariotipo de un individuo adulto hombre o mujer con el de sus gametos, escriben la fórmula cromosómica para el cariotipo de los gametos, y concluyen que los gametos contienen sólo un ejemplar de cada par de cromosomas homólogos (haploidía). Formulan una hipótesis para explicar cómo se podría llegar a la haploidía.

Figura 8
Cariotipos de gametos



INDICACIONES AL DOCENTE:

Con esta actividad se debe introducir la pregunta sobre la formación de gametos con la mitad de los cromosomas.

Actividad 3

Esquematizar y describir el comportamiento de los cromosomas en la meiosis; calcular las combinaciones posibles de gametos que puede producir un individuo y discutir su efecto sobre la variabilidad genética.

Ejemplo

Alumnas y alumnos observan diversas fuentes, tales como videos, fotografías o esquemas mostrando los cambios experimentados por los cromosomas de una célula sexual durante una división, describen estos cambios y los esquematizan. El profesor o profesora nombrará y explicará las etapas de este proceso.

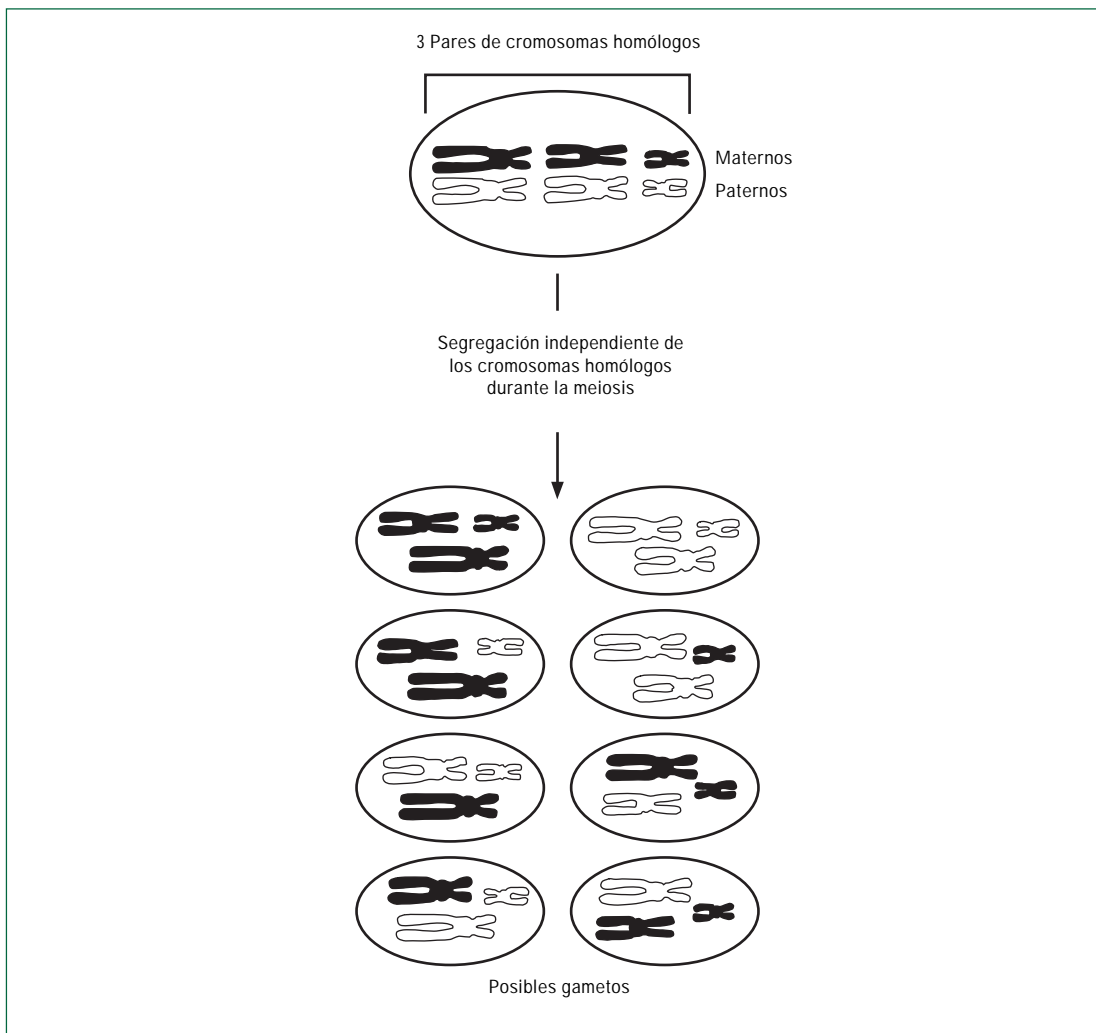
Posteriormente, el o la docente mostrará en la figura siguiente las combinaciones posibles resultantes de la meiosis con tres cromosomas y pedirá a los estudiantes que calculen la cantidad de gametos posibles de obtener con una célula que posea 4 o 6 cromosomas.

Luego, el profesor o profesora mostrará con la fórmula 2^n las combinaciones posibles en la especie humana. Los estudiantes harán esquemas similares para apreciar como se forman gametos portadores de cromosomas sexuales y cómo se recupera la diploidía durante la fecundación. Finalmente deben establecer las diferencias entre la meiosis y la mitosis y representarlas en un esquema.

INDICACIONES AL DOCENTE:

En este nivel no se debe explicar la recombinación como mecanismo de variabilidad genética. De manera opcional, dependiendo de las disponibilidades de tiempo, se puede hacer que los estudiantes manipulen maquetas con un número reducido de cromosomas. También pueden acceder a imágenes de internet: <http://www.biology.uc.edu/vgenetic/mitosis/prophase.htm>

Figura 9
Mecanismos de variabilidad genética en la meiosis





Unidad 2

Hormonas, reproducción y desarrollo

Orientaciones didácticas

Esta unidad, centrada en conceptos fundamentalmente biológicos de la sexualidad humana, comienza exponiendo sus aspectos valóricos, éticos morales y culturales junto con las responsabilidades de las relaciones de pareja, del ser padre y madre, y de la programación que se puede hacer de la constitución de la familia. Esta parte es recomendable que sea tratada de una manera transversal coordinándose con docentes de otras disciplinas. Además del papel educativo de los profesores y profesoras es conveniente invitar la participación de asistentes sociales, psicólogos, médicos y la comunidad de apoderados, para englobar la educación sexual, el control de la natalidad y la paternidad y maternidad responsable en un contexto socio-cultural. Luego se estudian el concepto de hormona y los principios de la regulación hormonal que serán posteriormente aplicados al pasar la reproducción y desarrollo. Se trata de dar un concepto general de lo que son las hormonas, su naturaleza química, su origen en un tipo especial de células llamadas endocrinas, y su función en la coordinación de procesos fisiológicos que requieren la acción conjunta de diversos órganos y sistemas. No se debe estudiar el detalle del mecanismo de acción hormonal, sino el principio básico del proceso. La unidad es formativa respecto a los diversos aspectos fisiológicos y valóricos que rodean el proceso de reproducción humana, resaltando la función hormonal en la regulación de las diversas etapas. Se examinan también los cambios psicológicos y fisiológicos que ocurren durante el período de la adolescencia, que introducen al individuo a los estímulos y presiones derivadas de la expresión de la sexualidad de pareja y reproducción. Si fuera necesario, deberán repasar las relaciones morfológicas y funcionales del aparato reproductor, para entender la producción de gametos y los cambios que afectan a la mujer durante su ciclo reproductivo. Estos procesos deben ser analizados principalmente desde la perspectiva del control hormonal y de las condiciones propicias para la fecundación, que involucran modificaciones en las características funcionales de todo el aparato genital femenino. Para formarse una idea del complejo proceso de desarrollo a lo largo de los 9 meses del embarazo es importante examinar primero la fecundación a nivel celular, explicando el destino del huevo fecundado, su trayecto en las trompas y su implantación en el útero, para luego analizar algunas etapas temporales del desarrollo embrionario, resaltando y valorando la función de la placenta. Sobre el parto y nacimiento es necesario aclarar el mecanismo dependiente de la acción hormonal. Respecto de la maternidad y la lactancia se deben enfatizar los aspectos valóricos y afectivos de la relación madre-hijo y recalcar las ventajas nutritivas y de defensa de la leche materna.

Contenidos

1. Sexualidad humana.
2. Concepto de hormona y control hormonal.
3. Hormonas y sexualidad humana.
4. Hormonas, crecimiento y desarrollo.

Aprendizajes esperados:

Los alumnos y alumnas saben y entienden:

- los elementos básicos del control hormonal, incluyendo la naturaleza de las hormonas, su procedencia y sus acciones reguladoras sobre procesos fisiológicos de animales y plantas, y sus aplicaciones biotecnológicas;
- el período de la pubertad como preparación del organismo para reproducirse, el ciclo reproductivo y su regulación hormonal en la mujer;
- la producción de gametos y el significado de la fecundación en el restablecimiento de la diploidía y de la fecundidad masculina y femenina;
- los cambios hormonales en el embarazo, parto y lactancia, proceso de desarrollo embrionario y fetal humano y los aspectos valóricos, afectivos y de salud de la lactancia materna;
- los diversos aspectos de la sexualidad humana (físicos, psicológicos, valóricos y culturales) y de la responsabilidad individual que involucra.

Los alumnos y alumnas mejoran sus habilidades de:

- reconocer variables y relaciones de causa-efecto;
- obtener y procesar información científica en diversas fuentes, interpretando tablas, esquemas, gráficos y documentos fotográficos;
- formular hipótesis y elaborar conclusiones con base científica;
- comunicar en forma oral y escrita, sintetizando en esquemas, describiendo, expresando opiniones en una discusión y explicando con vocabulario científico;
- realizar indagaciones bibliográficas, comunicando sus resultados en forma oral y escrita.

1. Sexualidad humana

Actividad 1

Proponer una definición de sexualidad.

Ejemplo

En grupos pequeños, describen y cuestionan la visión de la sociedad actual acerca de la sexualidad humana, cómo se presenta y utiliza a través de los medios de comunicación. Elaboran un concepto inicial de sexualidad desde su perspectiva como adolescentes y de los valores que su familia les ha transmitido. Reflexionan sobre las decisiones y conductas que les corresponde asumir según sus proyectos de vida. Posteriormente, utilizando documentos como diarios, revistas, y la documentación existente en el *Centro de Recursos del Aprendizaje*, cada grupo presenta su trabajo y explica el significado o sentido de la sexualidad. El profesor o profesora anotará y clasificará los contenidos y significados entregados por los grupos según criterios biológicos, psicológicos, socio-culturales y afectivos, y los estudiantes elaborarán una caracterización amplia y tentativa de sexualidad humana.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Todos los aspectos relacionados con la formación valórica tienen un carácter transversal y deben incluir aquellos propuestos en el proyecto educativo del establecimiento educacional. Es importante fomentar un tratamiento interdisciplinario, por ejemplo, el concepto de sexualidad en la literatura, su desarrollo histórico, aspectos psicológicos y socio-culturales, expresión de la sexualidad humana en la plástica, etc.

Actividad 2

Reflexionar sobre el sentido de las relaciones sexuales entre el hombre y la mujer.

Ejemplo

El profesor o profesora explica las etapas preliminares de una relación sexual, abarcando el tema del placer y del atractivo sexual, y los efectos biológicos y fisiológicos reflejados en los cambios en los órganos genitales masculinos y femeninos. Hace analogías y diferencias sobre el acto preparatorio en diversas especies, enfatizando el aspecto afectivo

de la sexualidad humana. Los alumnos y alumnas abordan el tema especialmente en lo que respecta a supuestas demandas y presiones de demostraciones de cariño, de hombría o femineidad, mitos sobre las posibilidades de embarazo, etc. Discuten las ventajas y desventajas de iniciar las relaciones sexuales en la adolescencia, fuera del matrimonio o sin pareja estable, y la función de los valores morales y éticos prevalentes en la comunidad. El docente finaliza la actividad sintetizando los contenidos y experiencias de los distintos grupos y enfatiza los conceptos básicos, y subrayando la distinción esencialmente humana de la relación sexual de la pareja.

Actividad 3

Obtener información sobre los principales métodos anticonceptivos y de planificación familiar.

Ejemplo

Realizan un trabajo de investigación bibliográfica o se informan en una tabla resumen presentada por el profesor o profesora o consultan las direcciones pertinentes en internet sobre los distintos métodos anticonceptivos, incluyendo los naturales, de barrera, hormonales, métodos permanentes y dispositivos intrauterinos. Discuten en pequeños grupos sobre las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos y los resumen y presentan en una tabla.

Actividad 4

Reflexionar y discutir sobre los métodos anticonceptivos en el contexto de la paternidad y maternidad responsable como expresión de afectividad.

Ejemplo

Se informan en diversas fuentes sobre variados métodos anticonceptivos y organizan un foro para analizar, discutir y responder a las preguntas sobre los métodos anticonceptivos, exponiendo la responsabilidad que cabe al hombre y a la mujer en relación al método seleccionado. Reconocen su capacidad para ser padres y su responsabilidad frente a la ocurrencia del embarazo no deseado en adolescentes. Aprecian las consecuencias a nivel

social y en las tres personas directamente involucradas (padre, madre e hijo). Establecen las condiciones que ellos deben reunir para ser padre o madre. Recuperan los aspectos valóricos y afectivos involucrados en la iniciación temprana de las relaciones sexuales (señalados en la actividad 2). El profesor o profesora cierra el taller haciendo una síntesis de los contenidos y experiencias de los grupos enfatizando los conceptos básicos.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Es necesario que el profesor o profesora esté cabalmente informado respecto a las consideraciones reglamentarias que deberá tener en cuenta al verse enfrentado al embarazo de alguna de sus alumnas o la paternidad de uno de los jóvenes. Es conveniente establecer previamente su opinión y reflexionar al respecto con todas las instancias pertinentes.

2. Concepto de hormona y control hormonal

Actividad 1

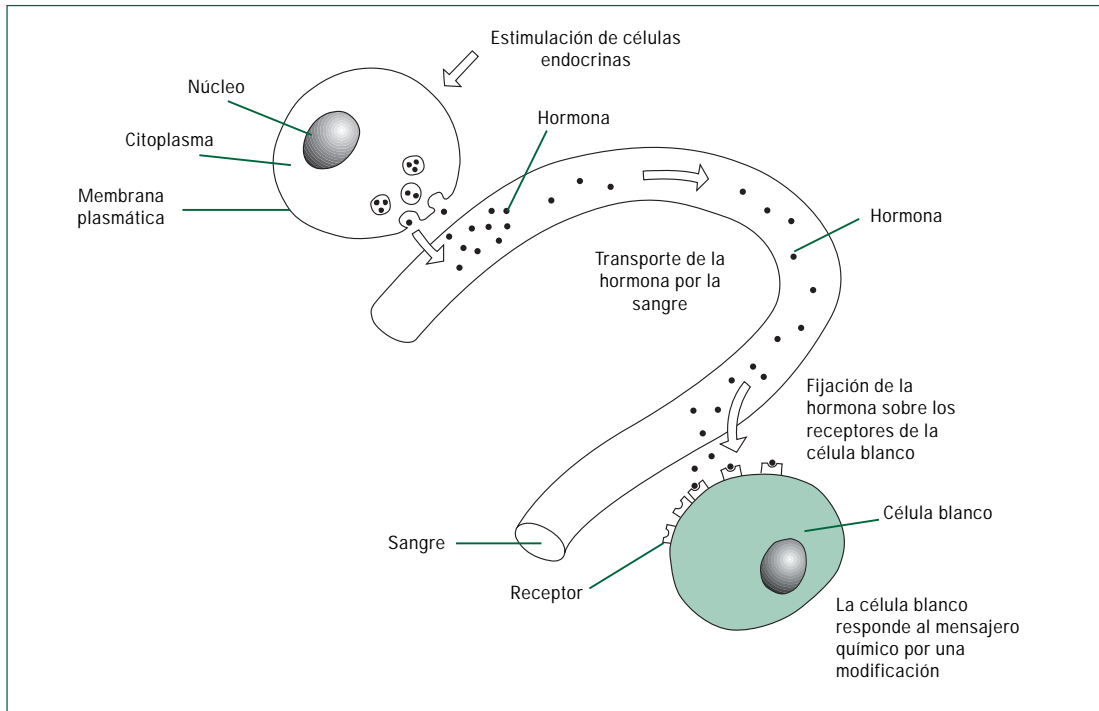
Indagar sobre el concepto de hormona e informarse sobre el mecanismo básico de sus acciones a nivel celular utilizando experimentos clásicos.

Ejemplo

El curso analiza representaciones en dibujos, láminas o retroproyecciones del experimento de Berthold que en 1849 extirpó los testículos de pollos machos y observó atrofia de caracteres sexuales secundarios, los cuales se recuperaron al injertar el órgano extirpado. Concluyen que los testículos producen una sustancia que estimula el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en los machos actuando en distintas partes del organismo. El profesor o profesora explica brevemente que:

- 1) de ciertos órganos se pueden extraer y purificar factores orgánicos (proteínas y esteroides), que al suministrarse al organismo restablecen las características perdidas con la remoción del órgano;
- 2) los órganos que producen estas sustancias son glándulas endocrinas y que las sustancias reciben el nombre de hormonas;
- 3) los participantes del control hormonal, la célula endocrina, la hormona, el medio de transporte y distribución por todo el organismo (circulación), y la célula blanco de la acción hormonal que posee un receptor específico en la membrana plasmática o en su interior (usar una figura como la siguiente).

Figura 10
Esquema del mecanismo general de acción hormonal



INDICACIONES AL DOCENTE:

No corresponde desarrollar aspectos como primer y segundo mensajero en la acción de las hormonas.

Actividad 2

Examinar resultados experimentales simples en un sistema de regulación hormonal, discutir y esquematizar su funcionamiento.

Ejemplo

Examinan y discuten el mecanismo de regulación de los niveles sanguíneos de glucosa por insulina y glucagón, y de los órganos endocrinos involucrados. Establecen la función del páncreas analizando el gráfico de la figura 10 donde se muestra el aumento de la glicemia en un perro al que se le ha extraído el páncreas. Guiados por el docente resumen en una frase la acción de las células productoras de insulina. Luego intentan explicar la función de la insulina analizando los siguientes gráficos (figura 11) donde se muestran los niveles de glucosa e insulina en la sangre de un animal al que se le administra una solución

concentrada de glucosa, y la liberación de insulina desde los islotes pancreáticos mantenidos en un medio con concentraciones crecientes de glucosa. El profesor o profesora aporta datos sobre la función del glucagón. El curso sintetiza el sistema de regulación de glucosa sanguínea en un esquema.

Figura 11
Efecto de la ablación del páncreas

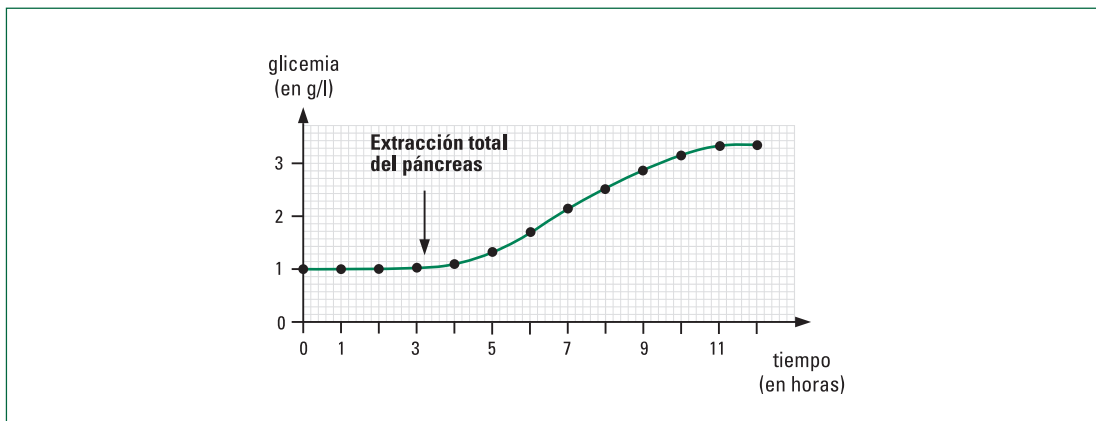
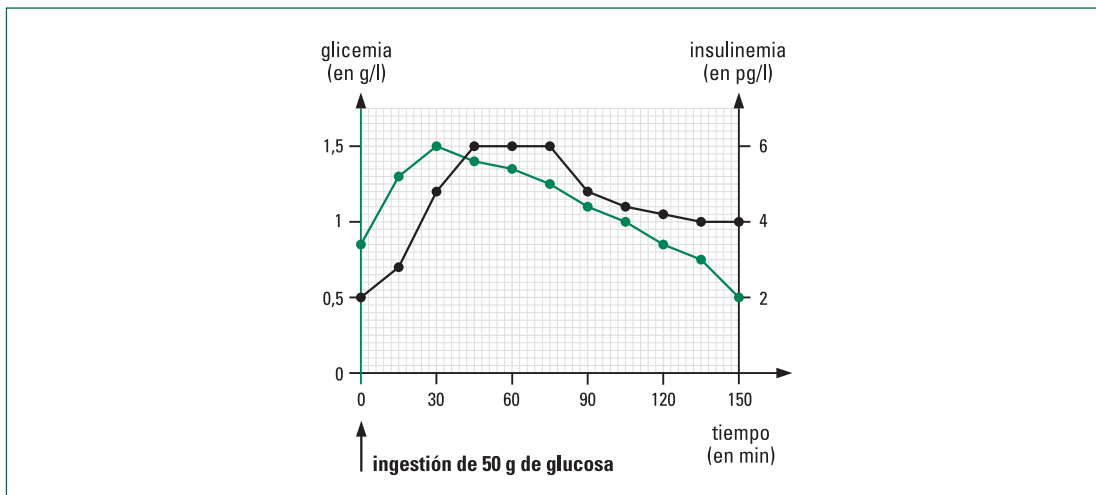


Figura 12
Niveles de glicemia e insulinemia



INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente el ejemplo de la regulación de niveles sanguíneos de glucosa porque permite tratar inmediatamente el tema de la diabetes, que se presenta en la Unidad 4: Biología humana y salud. No es necesario memorizar los nombres de las estructuras del páncreas tales como islotes de Langerhans, células beta y células alfa. Basta con el concepto de que el páncreas contiene células endocrinas y exocrinas. (El docente puede consultar el Libro de Curtis y Barnes, *Invitación a la Biología*, pág. 613).

Actividad 3

Informarse sobre procesos fisiológicos humanos regulados hormonalmente y comunicarlos de manera sintética.

Ejemplo A

Leen una tabla-resumen distribuida por el docente que contenga el nombre de la glándula, la hormona que produce (adrenalina, cortisol, tiroxina, etc.), su función principal en el organismo y el efecto de su deficiencia o exceso.

Ejemplo B

En una discusión organizada, el grupo elabora una lista de procesos fisiológicos regulados hormonalmente conocidos por los estudiantes, la que completarán con ayuda del profesor o profesora.

INDICACIONES AL DOCENTE:

No se deben detallar o memorizar aspectos puntuales, ya que esta actividad tiene por objetivo que los estudiantes dimensionen y valoren el amplio espectro de los procesos regulados por hormonas. Incluir procesos ya estudiados previamente o que verán en el curso del año, tales como desarrollo, peso, apetito, actividad sexual, proceso digestivo, ajustes de la función circulatoria durante el ejercicio, etc.

Actividad 4

Investigar y exponer sobre la variedad de fenómenos mediados por hormonas en animales y vegetales y sobre aplicaciones comerciales de las hormonas, apreciándolos como aportes de la ciencia a la sociedad.

Ejemplo

Organizados en grupos pequeños (2-4 personas) son guiados a investigar en la bibliografía procesos diversos tales como la comunicación entre insectos, el desarrollo de larvas, el mimetismo, desarrollo en plantas, etc. Otros grupos toman el tema de las aplicaciones comerciales, sugiriéndoles ejemplos en animales, aves y plantas (por ejemplo: pulverización con auxinas para evitar la caída prematura de manzanas, peras y naranjas). Cada grupo expondrá los resultados de su investigación y se construirá una tabla resumen

indicando el tipo de hormona, el órgano donde se produce, el o los órganos que sirven de blanco para su acción, y la función que cumple en cada organismo. Expresan sus opiniones sobre el aporte de los conocimientos científicos a la sociedad.

3. Hormonas y sexualidad humana

Actividad 1

Describir los cambios físicos, psicológicos y hormonales durante la adolescencia y relacionarlos con experiencias propias. Formular una hipótesis para explicar el sentido de estos cambios.

Ejemplo A

El docente motivará al curso a describir los cambios físicos y psicológicos que han experimentado durante los últimos años y a discutirlos en relación con los cambios hormonales que se muestran en la siguiente tabla. Formulan una hipótesis para explicar el sentido de estos cambios.

Tabla 1
Concentración de hormonas sexuales durante la infancia y pubertad

Edad	Concentración sanguínea de gonadotropinas sexuales (U.I.)		Concentración de hormonas (ng/100 mL de sangre)	
	Hombre	Mujer	Hombre (testosterona)	Mujer (estrógenos)
7 años (prepuberal)	9,1	8,4	6,9	10
15 años (postpuberal)	16,7	13,2 a 52	260 a 1.400	65 a 710

Nota: ng = nanogramo = 10^{-9} gramos.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Guiar a los alumnos y alumnas a concluir que estos cambios preparan al organismo para reproducirse.

Actividad 2

Investigar y describir las relaciones entre estructura y función de los gametos femeninos y masculinos.

Ejemplo

Observan gametos humanos en fotografías de microscopía electrónica y los ilustran en un esquema. Aprecian las relaciones entre estructura y función de las partes principales del espermio. Calculan las dimensiones de espermios y óvulo utilizando escalas adecuadas. Distinguen la función de las células foliculares. Reconocen las características de espermios y óvulos que las definen como células. (El curso puede consultar el libro "Invitación a la Biología" de Curtis y Barnes, pág 667-674).

Actividad 3

Examinar tablas de la composición del semen, distinguir la función de los diversos componentes y discutir posibles causas de infertilidad masculina.

Ejemplo

Leen un espermiograma de un individuo normal y calculan los porcentajes relativos del volumen de secreción de las glándulas anexas y contenido de espermatozoides. Identifican y valoran la función de las secreciones de las glándulas anexas. El profesorado explicará que la fecundidad humana resulta de la combinación de la fecundidad masculina y femenina.

Tabla 2
Composición del semen

Volumen de una eyaculación:	3 a 4 mL
Color:	blanco
Composición:	- espermatozoides: 100 000 000 por mililitro
	- secreción de vesículas seminales (60 % del volumen total)
	- secreciones de la próstata (20 % del volumen total)
Movilidad:	mayor o igual al 50 % del total de los espermatozoides
Forma normal:	mayor o igual al 50 % del total de los espermatozoides.

Actividad 4

Describir la espermiogénesis en el testículo, reconociendo las etapas del proceso meiótico y su efecto en la variabilidad genética. Recuperar conocimientos previos y realizar un esquema flechado indicando el trayecto de los espermatozoides en el aparato reproductor masculino.

Ejemplo

Observan un esquema de túbulo seminífero y describen el proceso de maduración de los gametos masculinos, reconociendo las distintas etapas de la meiosis. En un esquema indican mediante flechas el trayecto de los espermatozoides desde su lugar de formación en los túbulos seminíferos hasta su salida por el conducto uro-genital y el de las secreciones de las glándulas anexas. (El profesorado puede consultar el Libro de Curtis y Barnes, *Invitación a la Biología*, pág. 666).

Actividad 5

Explicar y describir la ovogénesis, la ovulación y el trayecto del óvulo en las vías genitales femeninas reconociendo las distintas fases del proceso meiótico y la importancia de la meiosis en la variedad genética de los óvulos originados.

Ejemplo

Observan un esquema de la maduración del gameto femenino y describen el proceso, reconociendo las etapas de la meiosis y las diferencias con la espermatogénesis. Aprecian la variedad de gametos producidos. El profesorado explica el proceso de la ovulación como un fenómeno que ocurre en uno de los 2 ovarios cada 28 días y que la mujer tiene un ciclo sexual, no así el hombre. Luego ilustra el trayecto y los cambios del óvulo en las vías genitales femeninas, e informa sobre la vida media del óvulo y los factores que influyen en su desplazamiento. (Se sugiere consultar el Libro de Curtis y Barnes, *Invitación a la Biología*, pág. 674).

INDICACIONES AL DOCENTE:

La misma actividad se puede hacer a partir de un video o fotografías que muestren el viaje del óvulo en las vías genitales femeninas. Es conveniente hacer una síntesis sobre la producción de gametos en el hombre y la mujer.

Actividad 6

Interpretar resultados experimentales sobre la acción y regulación de hormonas sexuales en la relación hipotálamo-hipófisis-ovario y realizar un esquema de este proceso.

Ejemplo

Reciben un esquema de la ubicación del hipotálamo-hipófisis y ovarios para luego completar la tabla siguiente y realizar un esquema funcional que sintetice la regulación hormonal del funcionamiento genital. Se les explicará el significado de los siguientes términos: ablación, impúber y que la LH y FSH son hormonas producidas por la hipófisis.

Tabla 3
Experimentos sobre función de hormonas sexuales

Experiencia	Resultado	Conclusión
Ablación de ovarios en rata adulta.	Disminución de las tasas sanguíneas de estrógenos y progesterona. Aumento de tamaño de la hipófisis y producción de LH y FSH.	
Ablación de hipófisis en rata impúber.	Los ovarios no se desarrollan y no hay hormonas ováricas en la sangre.	
Estimulación eléctrica del hipotálamo en rata adulta normal.	Elevación de las tasas sanguíneas de FSH y de LH. Ovulación.	
Inyectar FSH y LH a una rata impúber.	Desarrollo de ovarios y ciclo ovárico.	

Actividad 7

Describir y realizar un esquema funcional sintetizando las variaciones en la concentración sanguínea de hormonas sexuales femeninas durante un ciclo menstrual y sus efectos sobre el aparato reproductor femenino.

Ejemplo

Leen en un gráfico las variaciones de las concentraciones sanguíneas de estrógenos y progesterona durante el ciclo sexual femenino. Identifican el 'evento' hormonal que marca el fin del ciclo sexual femenino caracterizado por la aparición de la menstruación. Luego, adicionan un gráfico de las variaciones de las concentraciones sanguíneas de FSH y de LH, las describen y confrontan con el gráfico anterior. Relacionar estas variaciones hormonales con los cambios del folículo en el ovario, la mucosa uterina, y el moco cervical presentados esquemáticamente en conjunto con los gráficos anteriores. En un esquema de un organismo humano representan mediante flechas las relaciones funcionales existentes de hipotálamo-hipófisis y ovario-útero, indicando las respectivas hormonas. Hacer una analogía con el organismo masculino.

4. Hormonas, crecimiento y desarrollo

Actividad 1

Describir en un esquema el trayecto de los gametos masculinos y femeninos y del óvulo fecundado en el aparato reproductor femenino, distinguir las primeras etapas del desarrollo y reflexionar sobre el momento de la fecundación y el inicio de la vida humana.

Ejemplo

A partir de un video o de la lectura de un breve texto describen en un esquema el trayecto realizado por los espermatozoides en las vías genitales femeninas hasta encontrarse con el óvulo, apreciando el número de espermatozoides al inicio y al final del trayecto. Identifican el lugar donde ocurre el encuentro de ambos gametos. Observan una fotografía o un esquema de las etapas de una fecundación humana y las describen. Ven un video o

leen un breve texto de las primeras horas y días de un óvulo recién fecundado. Completan en un esquema del aparato reproductor femenino el trayecto realizado por el óvulo una vez fecundado y esquematizan los principales cambios o modificaciones que experimenta la célula huevo durante su viaje hacia el útero. Aprecian cómo varía su tamaño y forma, y cuándo y dónde se fija a la mucosa uterina.

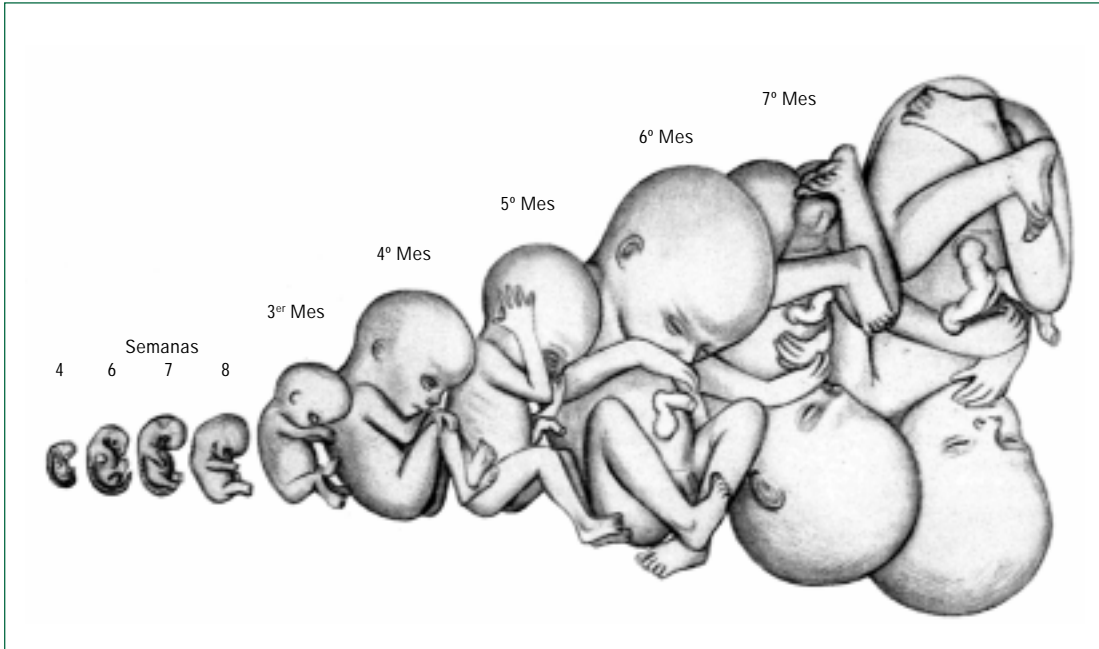
Actividad 2

Observar y relatar los principales cambios embrionarios y fetales durante el desarrollo.

Ejemplo

Leen una tabla que contenga información sobre el crecimiento en tamaño y peso del embrión durante los 9 meses de gestación y representan los datos en un gráfico. Aprecian y describen desde qué mes el crecimiento es más acentuado. Calculan el aumento de peso entre el segundo y el noveno mes. Observan documentos fotográficos, ecografías, CD interactivo (ver bibliografía) e ilustraciones que muestren la evolución del embrión humano durante el desarrollo y describen la aparición de algunos órganos y sistemas tales como sistema nervioso y circulatorio. Identifican en qué mes del embarazo comienza a funcionar el sistema circulatorio, cuándo es posible reconocer el sexo del feto, cuándo comienzan a aparecer las extremidades y cuándo comienza a moverse. Resumen los principales eventos en una tabla acompañados de esquemas simples. Explican por qué durante los 3 primeros meses de gestación son mayores los riesgos de malformaciones.

Figura 13
Desarrollo embrionario: Evolución en talla y peso



Mes	Embrión				Feto						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Transformación		La cabeza y los 4 brotes de las extremidades aparecen	El rostro se configura. Las extremidades formadas	Todos los órganos formados. El embrión tiene forma humana	Aparato circulatorio terminado	Maduración nerviosa	Primeros reflejos del feto: succiona el pulgar	El feto abre los ojos, escucha sonidos y se mueve cada vez más	Descenso de los testículos		
Fecundación	El corazón late			Sexo reconocible		La madre siente moverse al feto	Feto viable				
Estatura promedio en cms.		1.4	3	11	15	30	36	40	45	50	
Peso promedio en g.		0.02	1	10	70	200	500	1200	1700	2400	3300

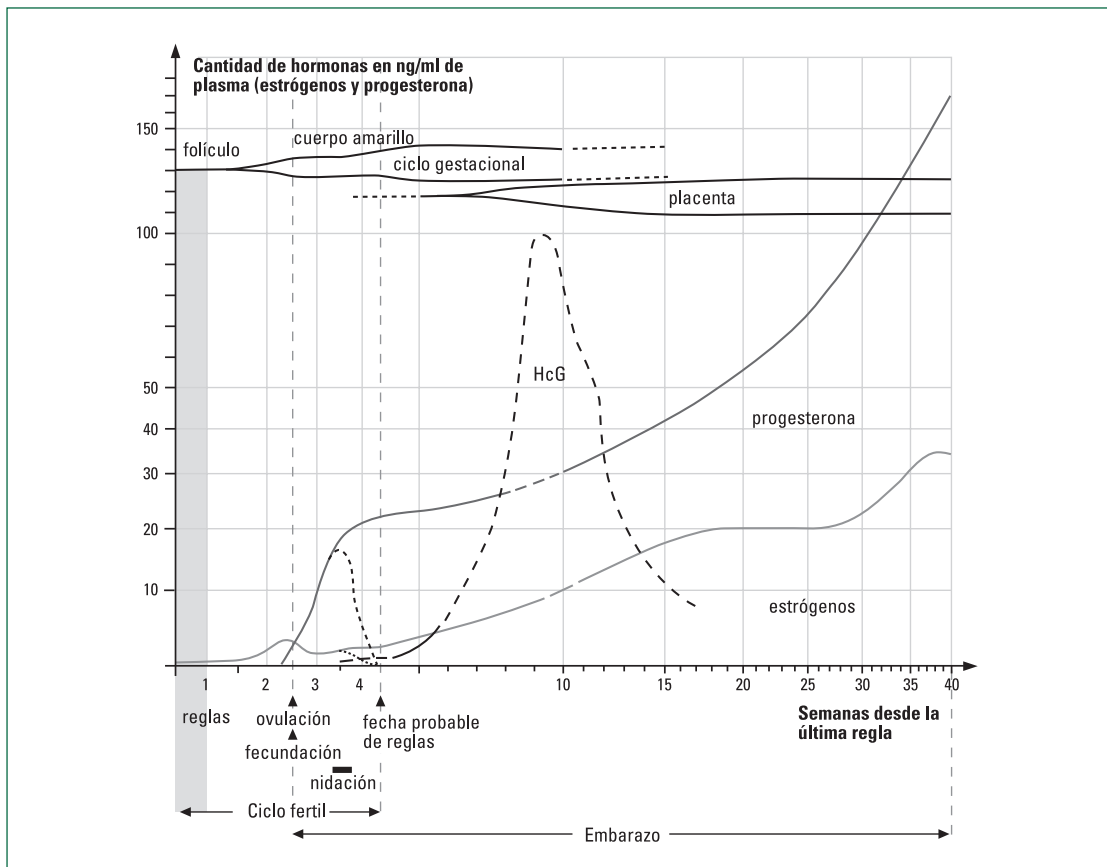
Actividad 3

Realizar un esquema que ilustre la función y el valor de la placenta en el sustento fetal, apreciando su rol endocrino.

Ejemplo

A partir de la observación de fotografías realizan un esquema simplificado y explicativo de la relación entre la mucosa uterina, la placenta y el feto. Mediante preguntas, motivarlos a explicar si la sangre materna y del feto se mezclan, de dónde vienen los nutrientes y el oxígeno necesarios para el feto y a deducir el devenir del dióxido de carbón producto de desecho de la respiración del feto. Apreciar la importancia de la circulación sanguínea con doble sentido en el cordón umbilical y explicar por qué se dice que la placenta es a la vez pulmón e intestino. En un gráfico como el siguiente analizan los niveles hormonales placentarios durante los primeros meses de embarazo.

Figura 14
Niveles hormonales placentarios durante los primeros meses de embarazo



Actividad 4

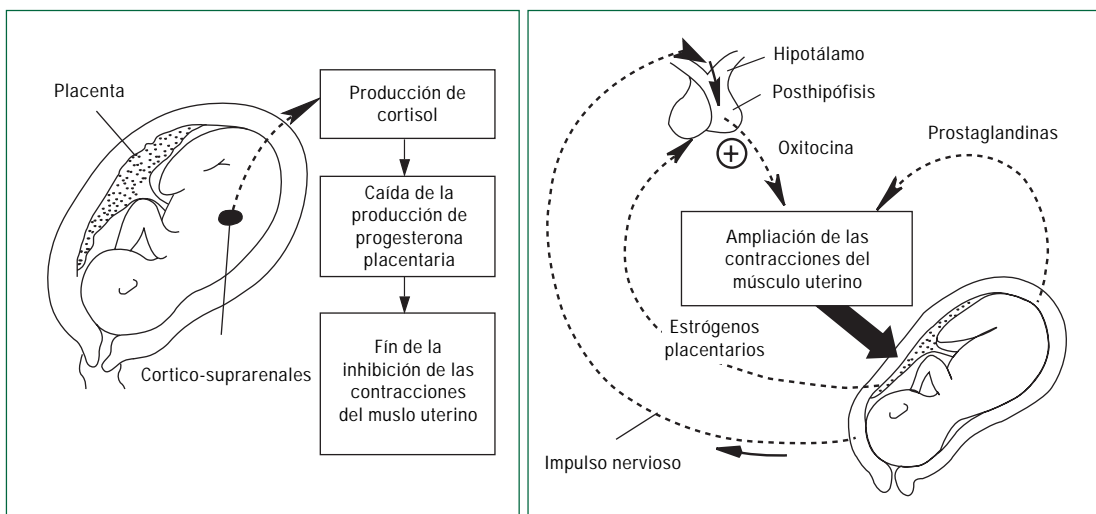
Examinar y describir los cambios hormonales que desencadenan el nacimiento distinguiendo las distintas etapas del parto.

Ejemplo

Presencian un parto en documentos fotográficos o videos, y en esquemas que ilustren el recorrido fetal hasta el nacimiento. Describen las etapas que se pueden distinguir, apreciando especialmente la dilatación del cuello del útero. Observan los cambios en los latidos fetales durante las contracciones del trabajo de parto.

Examinan el siguiente esquema sobre los cambios hormonales que desencadenan el nacimiento, relacionándolos con las etapas del parto. Como tarea, los estudiantes se informan sobre la duración del trabajo de parto y nacimiento en primíparas y multiparas. Investigan las causas más frecuentes que determinan una cesárea.

Figura 15
Cambios hormonales que desencadenan el nacimiento



Actividad 5

Comparar la composición de la leche materna con la leche de vaca y evaluar su valor nutritivo a partir de conocimientos previos.

Ejemplo

Leen y comparan en una tabla como la siguiente la composición de la leche materna y de la leche de vaca; aplican los conocimientos previos de alimentación y nutrición para indicar los nutrientes que proporcionan energía y los que son materia prima para el crecimiento. Aprecian el valor nutritivo de la leche materna respecto del contenido energético y de la calidad de las proteínas (aminoácidos esenciales y no esenciales) y su valor defensivo, realizando una breve investigación sobre el significado de la presencia de anticuerpos en ella. Buscan en una enciclopedia la definición de anticuerpo. Proponen una definición de leche materna y la completan utilizando la siguiente definición: "alimento completo que asegura el crecimiento y desarrollo del recién nacido, además de otorgarle las defensas necesarias contra agentes patógenos del medio ambiente."

Tabla 4
Composición de la leche materna y la de vaca

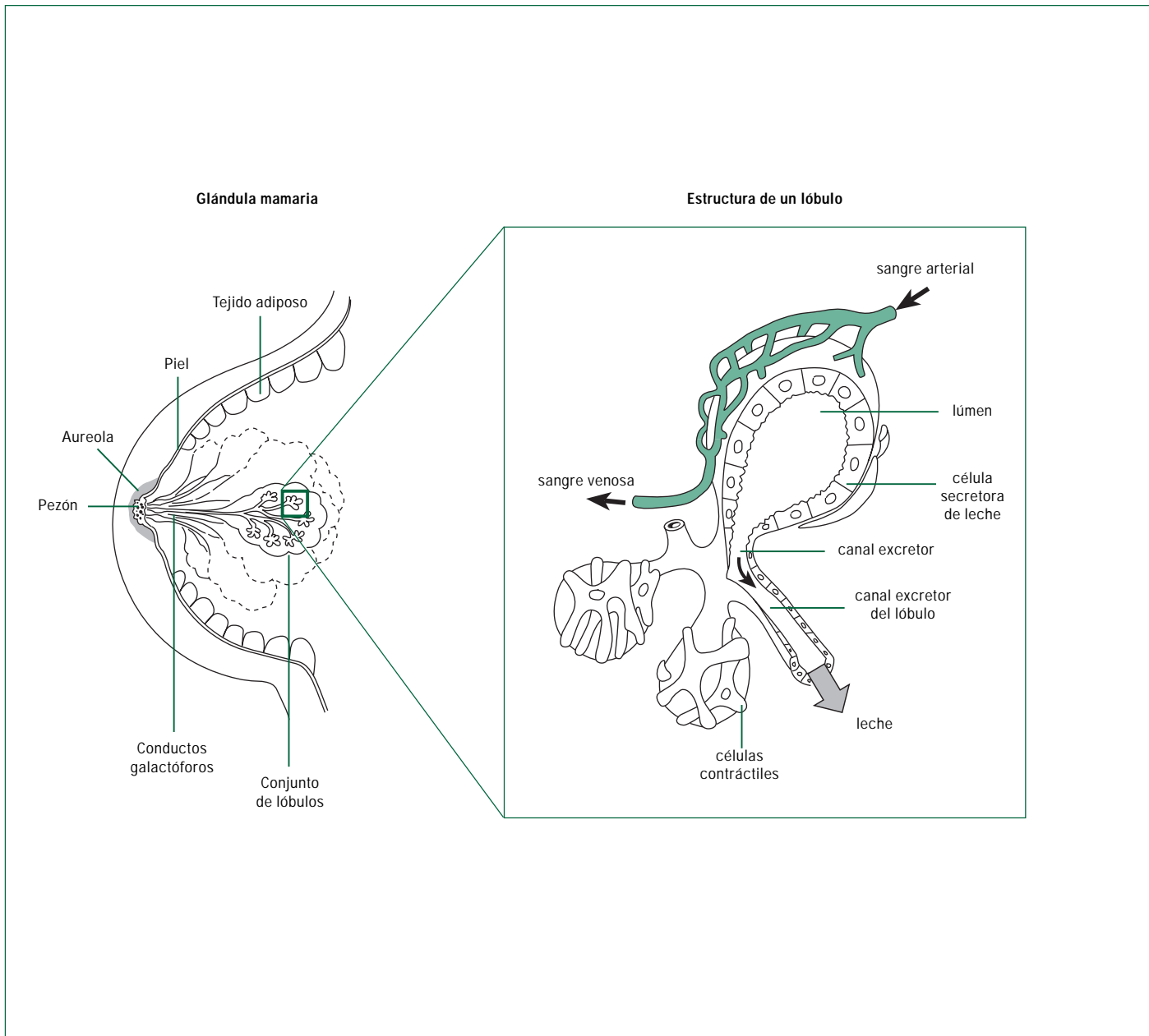
	Leche humana madura	Leche de vaca
Agua	88	88
Contenido Energético (kCal/100 mL)	70	69
Lactosa (g/100mL)	7,3	4,8
Nitrógeno total (mg/100mL)	171	550
Proteínas totales (g/100mL)	0,9	3,3
Caseína g/100mL	0,25	2,73
Lactoalbúmina g/100mL	0,26	0,11
B-Lactoalbúmina g/100mL	0	0,36
Lactoferrina g/100mL	0,17	Trazas
Lisozima g/100mL	0,05	Trazas
Anticuerpos (IgA) g/100mL	0,14	0,003
Grasas totales g/100mL	4,2	3,8
Acido linoléico % de la grasa	8,3 %	1,6 %
Colesterol mg/100mL	16	-
Calcio mg/100mL	28	125
Fósforo mg/100mL	15	96

Fuente: Definición de UNICEF y Ministerio de Salud.

Actividad 6

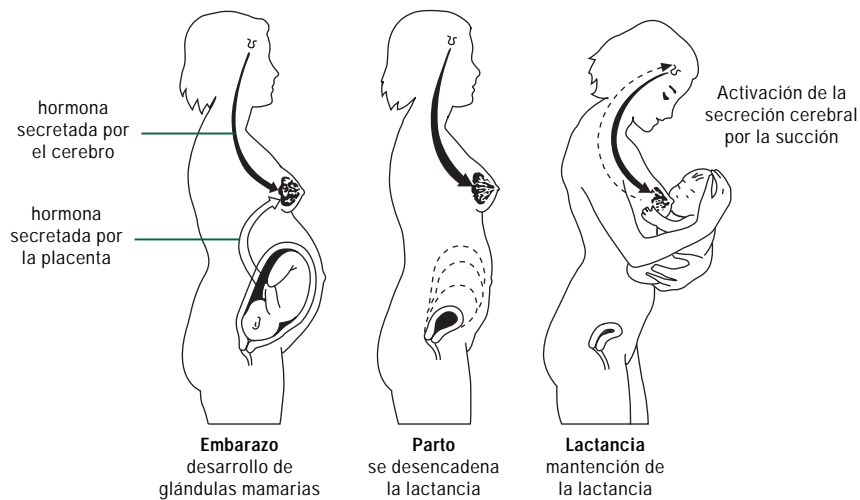
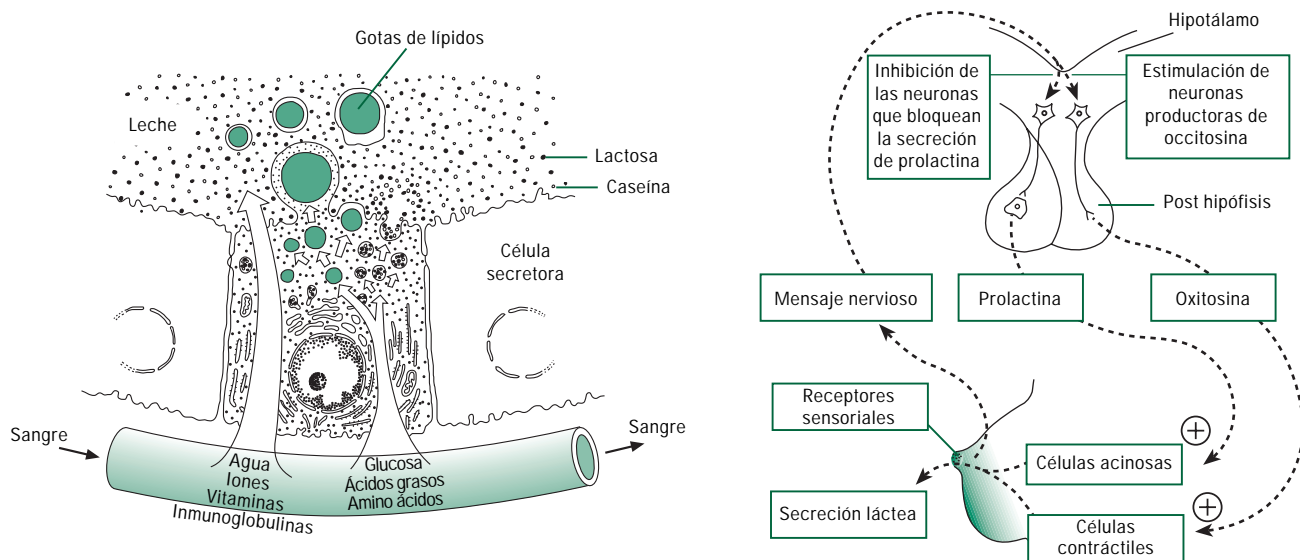
Esquematizar la producción y secreción de la leche materna e informarse sobre los mecanismos hormonales básicos que regulan este proceso.

Figura 16
Esquema de organización y estructura de glándula mamaria y la regulación hormonal de la producción láctea



Ejemplo

Realizan un esquema simplificado de la producción de la leche materna en la glándula mamaria y examinan la regulación hormonal y los estímulos que desencadenan y mantienen la lactancia, apreciando la función del cerebro en este fenómeno.



Actividad 7

Comunicar y discutir sobre las ventajas de la lactancia, incluyendo una reflexión sobre su importancia en la relación afectiva madre-hijo.

Ejemplo A

En grupos pequeños, organizan un debate sobre las ventajas de la lactancia, desde un punto de vista nutritivo, defensivo, de higiene y también afectivo al favorecer un contacto íntimo entre el bebé y la madre. Resumen las ideas principales surgidas al interior de cada grupo y luego un representante las comunica en forma oral.

Ejemplo B

Organizados en grupos pequeños, realizan breves entrevistas a madres sobre las ventajas de la lactancia, ordenan y clasifican las respuestas obtenidas según los distintos enfoques; un representante de cada grupo las expone en forma oral y breve frente al curso. Discuten los resultados obtenidos y resumen en una tabla las principales ventajas.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente que el estudiantado obtenga información de variadas fuentes. Se sugiere www.unicef.cl y Programas de Educación y Promoción de la lactancia materna Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Ver Anexo 3 y Bibliografía).



Unidad 3

Variabilidad y herencia

Orientaciones didácticas

En esta unidad los alumnos y alumnas tendrán la oportunidad de conocer las bases de la herencia, apreciando la reproducción conservativa de caracteres, y las fuentes de variabilidad intraespecie como antecedente para tratar la evolución en el próximo año. Se fortalece el conocimiento de la relación genotipo-fenotipo como manifestación de la información contenida en genes. La expresión génica se trata de manera que se entiendan sólo los principios más básicos, sin entrar en mecanismos moleculares o en su estructura y regulación. Es decir, es suficiente que los estudiantes sepan que la información génica define a nivel molecular la forma y la función de las proteínas (recuperando así conocimientos logrados en 1º Medio) y que a nivel de organismo define las características propias de la especie. Estos conocimientos se ubican en el contexto de los conceptos de herencia de Mendel, como contraste histórico cuando se ignoraba la naturaleza del material genético. Es importante que los estudiantes conozcan los métodos de Mendel que le llevaron a la idea de que debían existir unidades de información heredables. No es necesario saber sus leyes en el detalle y menos memorizarlas, pero sí apreciar el enorme aporte de Mendel al conocimiento biológico. En este sentido los alumnos y alumnas realizan actividades de investigación bibliográfica. Es importante integrar este conocimiento con el de las unidades anteriores sobre cromosomas, meiosis y formación de gametos, para que tengan una visión más global de que la transmisión de la información genética de generación en generación asegura la herencia de estas características. Se insiste, además, en mostrar la relación entre el genotipo y el fenotipo con otros ejemplos, apreciando en caninos y felinos las variaciones intra-especie, para retomar y fortalecer luego el concepto de variabilidad genética por reproducción sexual, haciendo comparaciones con la reproducción asexual, ilustrada por el procedimiento de clonación de mamíferos (el caso de Dolly). Es necesario insistir nuevamente, recuperando el conocimiento sobre meiosis, que la reproducción sexual introduce variación genotípica en la especie, reflejada en variaciones fenotípicas heredables. Se estudia la herencia ligada al sexo, no sólo para constatar un hecho sino también como otro ejemplo, tal vez el más claro, de la relación entre cromosomas, genotipo y fenotipo. Finalmente, se realizan ejercicios de transmisión de caracteres Mendelianos para comprender los conceptos de alelos dominantes y recesivos y cómo puede utilizarse este conocimiento en procesos de selección artificial de caracteres con fines productivos.

Contenidos

1. Variabilidad.
2. Herencia.

Aprendizajes esperados

Los alumnos y alumnas saben y entienden:

- las fuentes de variabilidad genética: mutaciones y reproducción sexual, en contraste con la clonación;
- los mecanismos genéticos de determinación sexual y que el sexo es una manifestación de la variabilidad intra-especie, determinada genéticamente;
- que en los individuos existen rasgos heredados de sus progenitores y otros adquiridos durante la vida por influencia del ambiente;
- las bases de la herencia apreciando su significado para explicar la reproducción conservativa del plan fundamental de los organismos;
- los descubrimientos y las teorías de Mendel en relación con los conocimientos actuales;
- el concepto de gen como unidad funcional de la herencia, apreciando que en los genes se deposita la información genética que se traduce a nivel molecular en la forma y función de las proteínas y a nivel de organismo en las características fenotípicas heredables;
- cómo resolver problemas genéticos simples y su aplicación en el cruzamiento dirigido en las actividades productivas.

Los alumnos y alumnas mejoran sus habilidades para:

- razonar y resolver problemas con fundamento biológico;
- informarse sobre hechos históricos en ciencia, distinguiendo y apreciando sus limitaciones y aportes;
- comunicar y sintetizar, describiendo, argumentando, explicando y concluyendo con fundamentos y vocabulario científico, respetando otras opiniones o explicaciones;
- realizar gráficos, procesando datos y utilizando medios de informática.

1. Variabilidad

Actividad 1

Reconocer variabilidad en las características de animales y plantas dentro de una misma especie, considerando el sexo como una de ellas.

Ejemplo

Buscan y seleccionan dibujos o fotografías de caninos, felinos o aves, que ilustren distintas características intra-especies (por ejemplo: razas de caninos) y el dimorfismo sexual, registrando en una tabla las diferencias. Discuten sobre el mal uso e inaplicabilidad del concepto de raza en seres humanos, analizando sus repercusiones ético-sociales y políticas en la historia, y se informan sobre el concepto de etnias.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad se podría coordinar con el profesor o profesora de Historia y Ciencias Sociales.

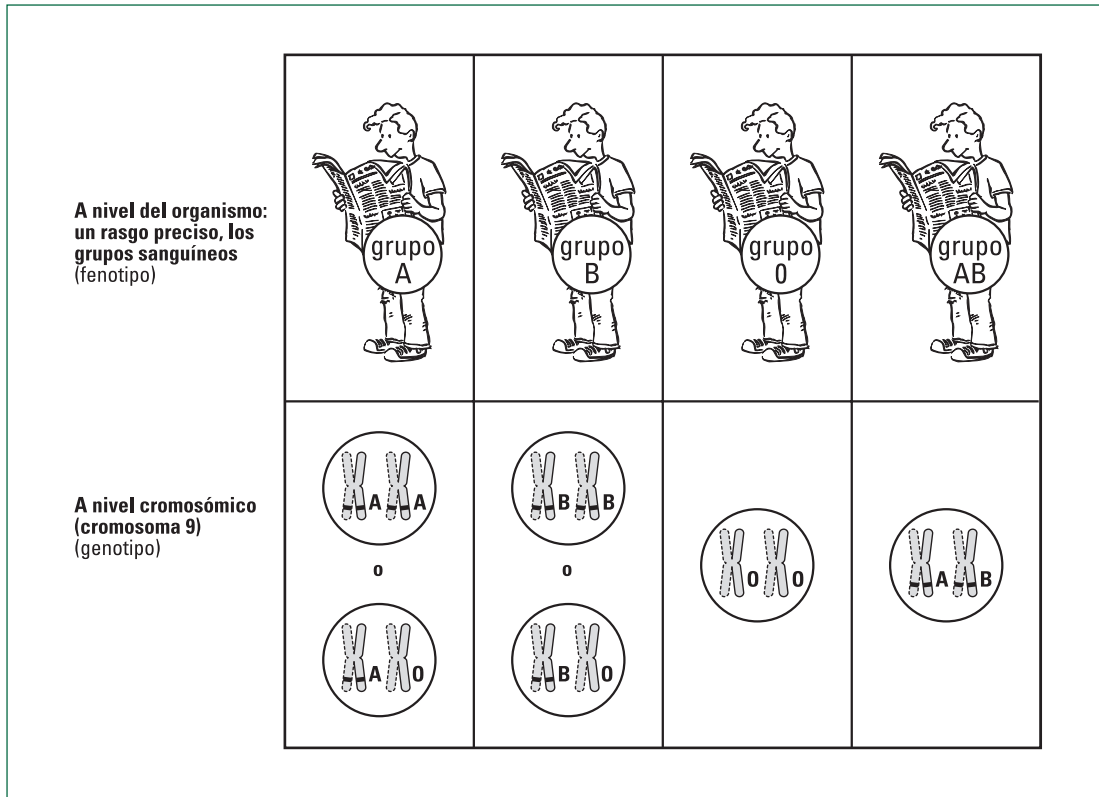
Actividad 2

Establecer relaciones entre genotipo y fenotipo y el concepto de alelos, y reflexionar sobre el significado de la ecuación fundamental de la herencia, descubriendo ejemplos en la vida cotidiana.

Ejemplo

Mostrando una figura como la siguiente sobre el fenotipo de los grupos sanguíneos AB0 y su genotipo representado en cromosomas, el profesor o profesora explica los conceptos de genotipo, fenotipo, alelos dominantes y recesivos. Luego presenta la ecuación fundamental de la genética. Fenotipo = Genotipo + Ambiente. El efecto del ambiente se ilustra con el ejemplo típico de la coloración verde de las hojas de las plantas, que requiere luz solar (ambiente) para que los genes de la clorofila se expresen (genotipo). Los alumnos y alumnas investigan ejemplos humanos, tales como los efectos del alcohol sobre el desarrollo embrionario y el efecto de la dieta sobre los niños con fenilcetonuria.

Figura 17
Relación fenotipo-genotipo en grupos sanguíneos



Actividad 3

Representar gráficamente datos sobre frecuencia de un carácter variable en dos poblaciones humanas y discutir las causas de la diferencias en el contexto de la ecuación fundamental de la genética.

Ejemplo

Los alumnos y las alumnas analizan una tabla como la siguiente presentada por el profesor o profesora donde aparece la frecuencia de los alelos ABO de grupos sanguíneos en una población americana y europea, y construyen un gráfico de barras con estos datos, utilizando recursos computacionales. Escriben la ecuación fundamental de la herencia y a partir de ella discuten las posibles causas (genéticas y ambientales) que expliquen las diferencias observadas.

Tabla 5
Frecuencia de un carácter variable en una población

Frecuencias génicas encontradas en casos controles, la población de referencia y posibles ancestros europeos y amerindios							
Alelo	Hombres		Mujeres		Ancestros		
	Casos	Controles	Casos	Controles	Población de referencia	Europeos	Amerindios
Sistema ABO							
A	0.1721	0.2129	0.1924	0.1728	0.1724	0.2786	0.071
B	0.0711	0.0611	0.0425	0.0775	0.0580	0.0612	0.036
O	0.7568	0.7260	0.7651	0.7497	0.7696	0.6602	0.894

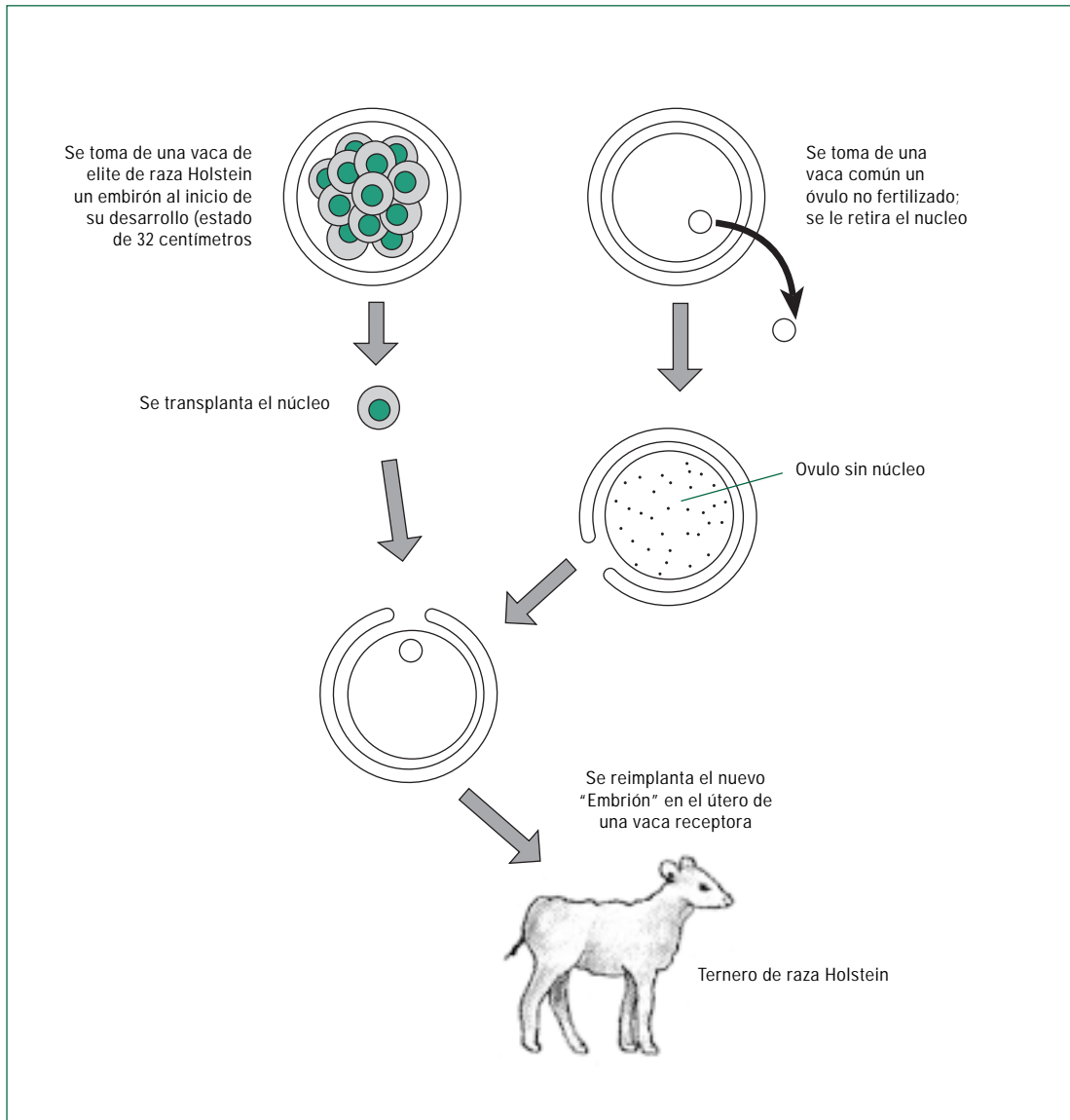
Actividad 4

Investigar sobre procedimientos de clonación y discutir sus implicancias sobre la variabilidad genética y las dimensiones ético-morales de las posibilidades de clonación en humanos.

Ejemplo

A partir de una ilustración como la siguiente, en la que se esquematiza el procedimiento que se siguió para el caso de Dolly, promover una discusión sobre las fuentes de variabilidad en organismos clonados (ambiente) en comparación con los reproducidos sexualmente (variabilidad genética y ambiental) y sobre las posibles aplicaciones de este procedimiento. A partir de información de la prensa y de internet sobre la posibilidad de clonación en humanos, alumnos y alumnas discuten sobre la ficción y realidad de este fenómeno, analizando las discusiones sobre los aspectos ético-morales que surgen en el caso de que se hiciera realidad.

Figura 18
Procedimiento de clonación de un organismo por trasplante de núcleo



INDICACIONES AL DOCENTE:

Resulta atractivo tratar en esta actividad el ejemplo de variabilidad provocada por el ambiente en clones naturales tales como los gemelos univitelinos. Es oportuno estimular el uso de internet en esta actividad, consultando por ejemplo la dirección: <http://www.newscientist.com/nsplus/insight/clon/clon.html>. Si dispone de tiempo, resulta interesante comparar la clonación humana con la clonación en vegetales.

2. Herencia

Actividad 1

Clasificar y reconocer caracteres heredables y no heredables en los seres humanos.

Ejemplo

Realizan un listado de características de ellos mismos y las clasifican en heredables y no heredables. Para ello se orientan por su reconocimiento en familiares cercanos o por su asociación a las condiciones de vida y la experiencia personal. Realizan, guiados por el profesor o profesora, un adiestramiento simple en alguna destreza manual, como ejemplo de una característica adquirida, y construyen un árbol genealógico de una familia que permita distinguir rasgos hereditarios. Discuten sobre la naturaleza de la destreza adquirida y su diferencia con características tales como color del pelo, forma de la nariz o habilidades musicales. Distinguen entre rasgos continuos (tales como la estatura y la inteligencia) y discretos (tales como grupos sanguíneos). Explicar que las características heredables se transmiten a los hijos por información genética contenida en cromosomas de padres y madres y apreciar que esta información contiene un plan de desarrollo que reproduce y conserva las características generales de cada especie.

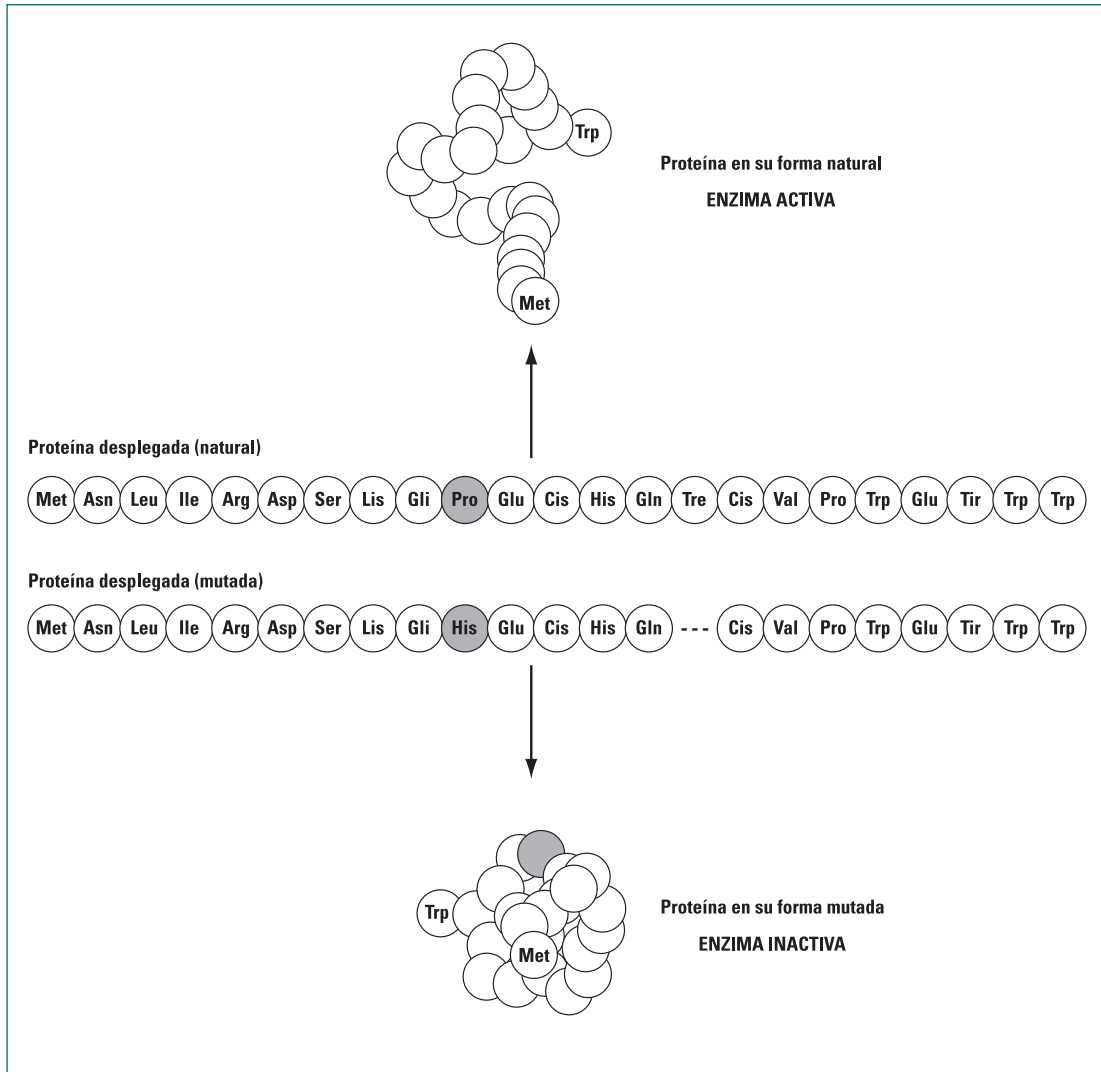
Actividad 2

Informarse sobre los trabajos de Mendel, el valor de sus teorías, y apreciar cómo evolucionaron hasta llegar al concepto actual de gen como depositario de información que determina la forma y función de las proteínas.

Ejemplo

Indagan en la literatura y en internet (<http://www.biology.uc.edu/vgenetic/>) sobre las observaciones cuantitativas que condujeron a Mendel a deducir las bases de la herencia particulada. Discuten sobre el concepto de genes dominantes y recesivos en la herencia y aprecian que el descubrimiento del ADN como material genético y las unidades llamadas genes fueron muy posteriores. El profesor o profesora explica con la figura siguiente que actualmente se sabe que los genes guardan información que se traduce en la forma y la función de las proteínas y que esto a su vez se traduce a nivel del organismo en las características heredables, incluyendo el plan de organización general (fenotipo de los vertebrados, fenotipo de invertebrados, etc.) y el sexo.

Figura 19
Relación entre gen, mutación, forma y función de las proteínas



INDICACIONES AL DOCENTE:

No es conveniente explicar el código genético en este nivel y tampoco entrar en la relación entre secuencia y conformación de las proteínas. Basta con la noción general de que los genes tienen información para fabricar proteínas con distintas formas y funciones, y que éstas se alteran por mutaciones, solamente al nivel que ilustra el dibujo. Esto complementa el conocimiento adquirido en 1º Medio.

Actividad 3

Realizar ejercicios de transmisión de un carácter mendeliano y presentarlos en forma esquemática convencional.

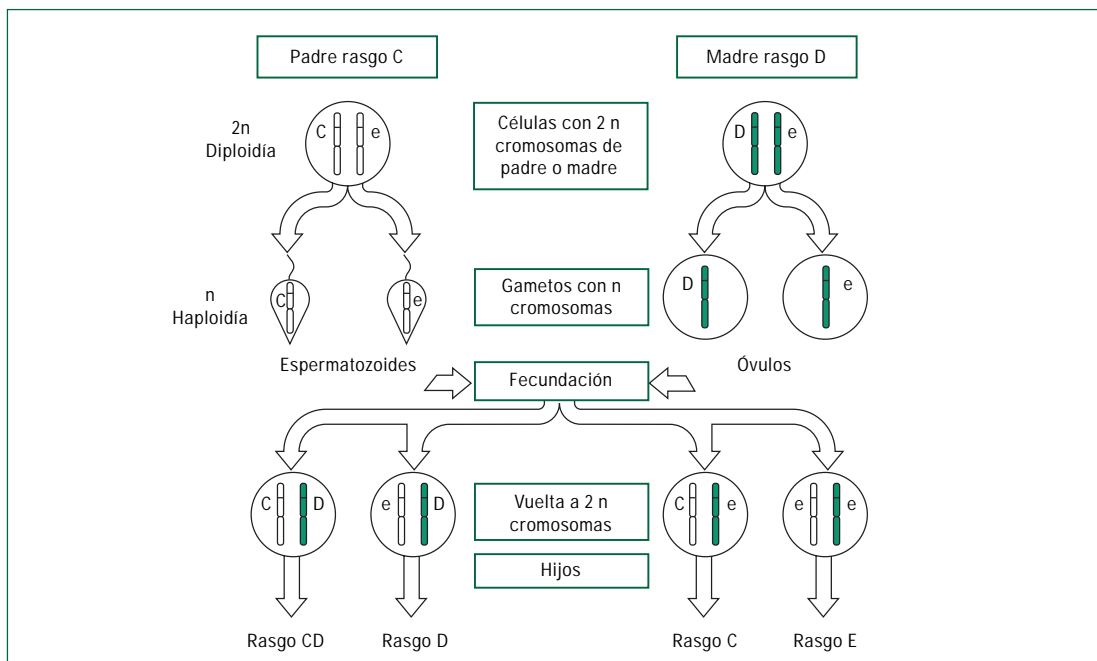
Ejemplo A

Realizan la experiencia de degustación de PTC (feniltiocarbamida), que depende de un alelo dominante T, que determina el fenotipo de gustador, mientras los que tienen el alelo t recesivo no sienten el gusto. Tabulan los resultados obtenidos en clase y determinan si el rasgo “degustador” es dominante o recesivo utilizando la simbología convencional. Esquematizan el modo de transmisión de este rasgo tomando como ejemplo una familia en la cual, supuestamente, se conoce el genotipo de este carácter tanto para la madre como para el padre.

Ejemplo B

El profesor o profesora presenta un esquema como el siguiente en el que se ilustra la transmisión de un carácter mendeliano utilizando tres alelos de un gen (sistema ABO de grupos sanguíneos). Los estudiantes determinan las proporciones fenotípicas y genotípicas.

Figura 20
Esquema de transmisión de un carácter mendeliano



Actividad 4

Examinar en un pedigrí o en un modelo esquemático ejemplos de transmisión de caracteres ligados al sexo, calculando las probabilidades de ocurrencia de los distintos fenotipos y genotipos en la descendencia.

Ejemplo

Observan una lámina o fotografía de ambos pares de cromosomas sexuales donde se ha representado un supuesto gen recesivo anómalo en uno de los cromosomas X femeninos. Un buen ejemplo es mostrar ilustraciones de cromosomas sexuales de personas afectadas por hemofilia, en los que se ha "pintado" el gen hemofílico y se representa su mecanismo de transmisión y las consecuencias para hijos e hijas. En el mismo material conocen características de la enfermedad. Discuten la forma de expresión de ese gen en la mujer y en el hombre y las probabilidades fenotípicas en la descendencia. A partir de estos datos reflexionan sobre la transmisión de genes ligados al sexo (por ejemplo: color de ojos en mosca, hemofilia, daltonismo).

Actividad 5

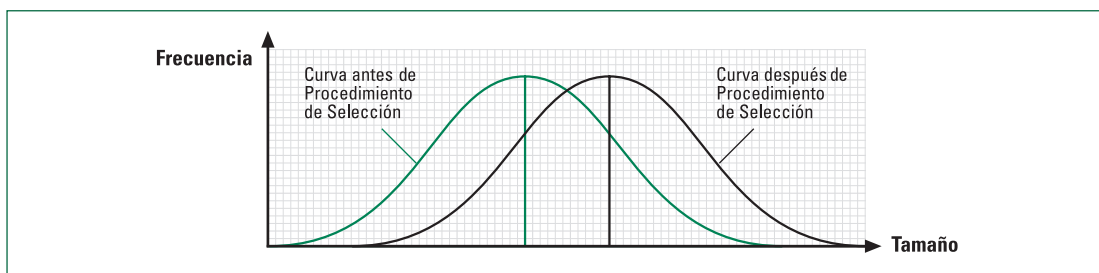
Aplicar el conocimiento sobre genética en procedimientos de selección de especies tanto animales como vegetales en la agroindustria.

Ejemplo

Analizan y discuten los siguientes gráficos utilizando todos los conocimientos sobre genética que han adquirido. Complementariamente se les proveerá información sobre trabajos de selección de frutillas y obtención de palomas blancas que aparecen en la Colección de Videos "Ciclos de la vida". Redactan en sus cuadernos conclusiones y opiniones sobre la importancia de los cruzamientos de prueba.

Figura 21

Frecuencia de un carácter en una población antes y después de un procedimiento de selección





Unidad 4

Biología humana y salud

Orientaciones didácticas

Considerar esta unidad como complemento a las unidades previas, adecuada para fomentar el cuidado de la salud y la responsabilidad tanto individual como interpersonal. Puede tratarse de manera desglosada en otras unidades donde sea pertinente. Así, en relación a la herencia y genética se ilustran aquí las alteraciones del material genético y sus manifestaciones en el cáncer. El concepto de mutación se usa para mostrar agentes ambientales que pueden producir daño del ADN como base del cáncer. Es importante recalcar que esta enfermedad se origina por un daño paulatino del material genético encargado de regular la proliferación celular, y que este daño puede ser causado por factores ambientales tales como el tabaquismo y la exposición exagerada a la radiación solar. Respecto de las enfermedades de transmisión sexual, debe insistirse en las formas de prevenirlas y en su importante dependencia de la responsabilidad individual. Se pretende que los estudiantes comprendan la importancia de desarrollar y mantener conductas reflexivas y responsables en el ámbito de la expresión sexual, con el fin de prevenir riesgos de contagio de estas enfermedades. Finalmente, esta Unidad se presta para fortalecer conceptos sobre el control hormonal, desarrollo y nutrición, a través del estudio de enfermedades que involucran las hormonas de crecimiento y la insulina.

Contenidos

1. Enfermedades genéticas.
2. Enfermedades de transmisión sexual.
3. Anomalías hormonales y uso médico de hormonas.

Aprendizajes esperados

Los alumnos y alumnas saben y entienden:

- que factores ambientales como radiación solar y compuestos del tabaco pueden dañar el material genético y provocar cáncer cuando alteran los genes que regulan la proliferación celular;
- las implicaciones sociales y familiares de las enfermedades hereditarias;
- las enfermedades de transmisión sexual más conocidas, sus formas de transmisión, conductas de riesgo y conductas preventivas, y el valor del autocuidado;
- que los procesos fisiológicos son regulados por hormonas cuya función puede alterarse provocando enfermedad;
- el uso de hormonas sexuales en el control y promoción de la fertilidad.

Los alumnos y alumnas mejoran sus habilidades de:

- obtener y procesar información científica en diversas fuentes;
- realizar indagaciones bibliográficas y comunicarlas en forma oral y escrita;
- discutir, formular juicios críticos y tomar decisiones informadas.

1. Enfermedades genéticas

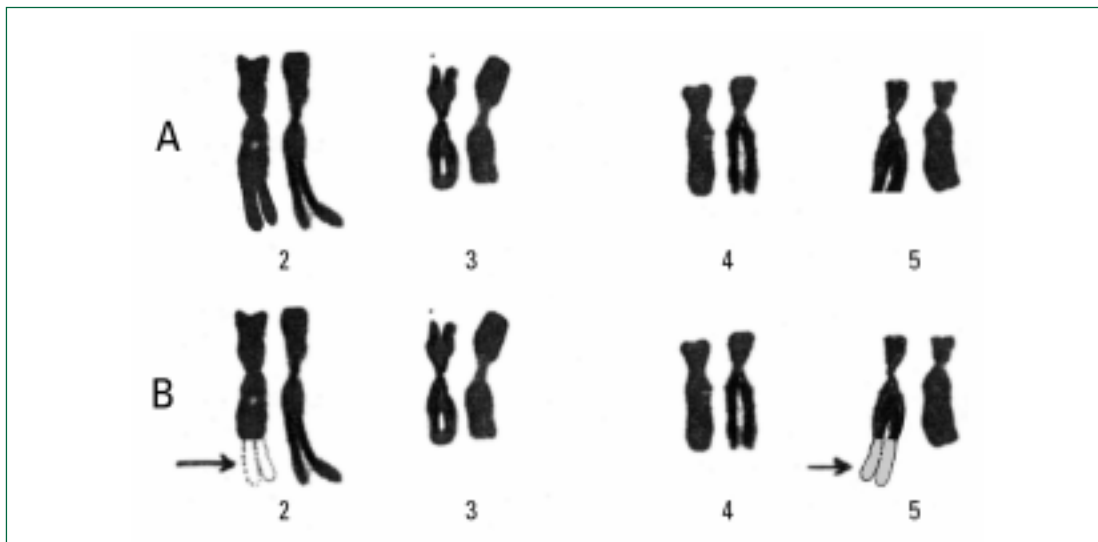
Actividad 1

Proponen una definición de mutación a partir del análisis de la relación cariotipo - fenotipo en individuos con patologías genéticas.

Ejemplo

Observan una lámina o retroproyección, como la siguiente, con parte del cariotipo de dos gemelos (A y B), que se distinguen porque uno de ellos (B) presenta enanismo. Analizan y discuten la relación entre alteraciones en el cariotipo y el fenotipo y elaboran el concepto de mutación como alteración en el material genético. Se les explica que en este caso se trata de una mutación cromosómica por inversión y deleción, probablemente producida en el momento de la meiosis.

Figura 22
Sección del cariotipo de dos gemelos



INDICACIONES AL DOCENTE:

Complementariamente se podría incluir un análisis de cariotipo con el detalle del bandeo, de manera esquemática, de patologías debidas a deleciones o inversiones.

En este año no corresponde desarrollar las mutaciones en el ámbito de bases nitrogenadas, como tampoco los contenidos relacionados con código genético ni síntesis de proteínas.

Actividad 2

Investigar bibliográficamente sobre causas de retardo mental y dar un juicio de valor sobre acciones destinadas a integrar socialmente a los afectados.

Ejemplo

Organizados en grupos pequeños (dos o tres personas), investigan en diversas fuentes bibliográficas causas de retardo mental y averiguan acerca de las organizaciones sociales a nivel local, nacional e internacional que se ocupan de ayudar a la integración de niños con discapacidad mental. Las comunican oralmente al curso en una discusión organizada y emiten opiniones sobre la importancia que tienen estas instituciones en la incorporación de individuos discapacitados a la sociedad. Proponen otras áreas de trabajo donde pudieran participar estas personas.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad corresponde a un objetivo transversal sobre formación que puede ser tratado en conjunto con otras áreas.

Actividad 3

Informarse sobre las etapas celulares del cáncer y discutir respecto de sus causas evitables.

Ejemplo A

Observan fotografías de tumores y analizan las diferentes etapas de la formación de tumores en ilustraciones como la siguiente. Se les explica que el cáncer se debe a mutaciones que afectan el programa genético encargado de regular la reproducción celular y que las células cancerosas se reproducen exageradamente e invaden otros tejidos, en cambio las células tumorales benignas se quedan en el tejido de origen. Discuten sobre la radiación solar y el tabaquismo como factores ambientales previsibles que pueden dañar el material genético y producir cáncer. A partir de ilustraciones como las siguientes establecen una discusión sobre el peligro para el material genético de practicar ciertos hábitos, perfectamente corregibles. Explicar que el daño al material genético es

acumulativo y puede ir paulatinamente destruyendo todo el programa de control de la reproducción celular y que este programa se encuentra distribuido en genes localizados en todo el genoma, es decir en todos los cromosomas.

Figura 23
Etapas en el desarrollo del cáncer

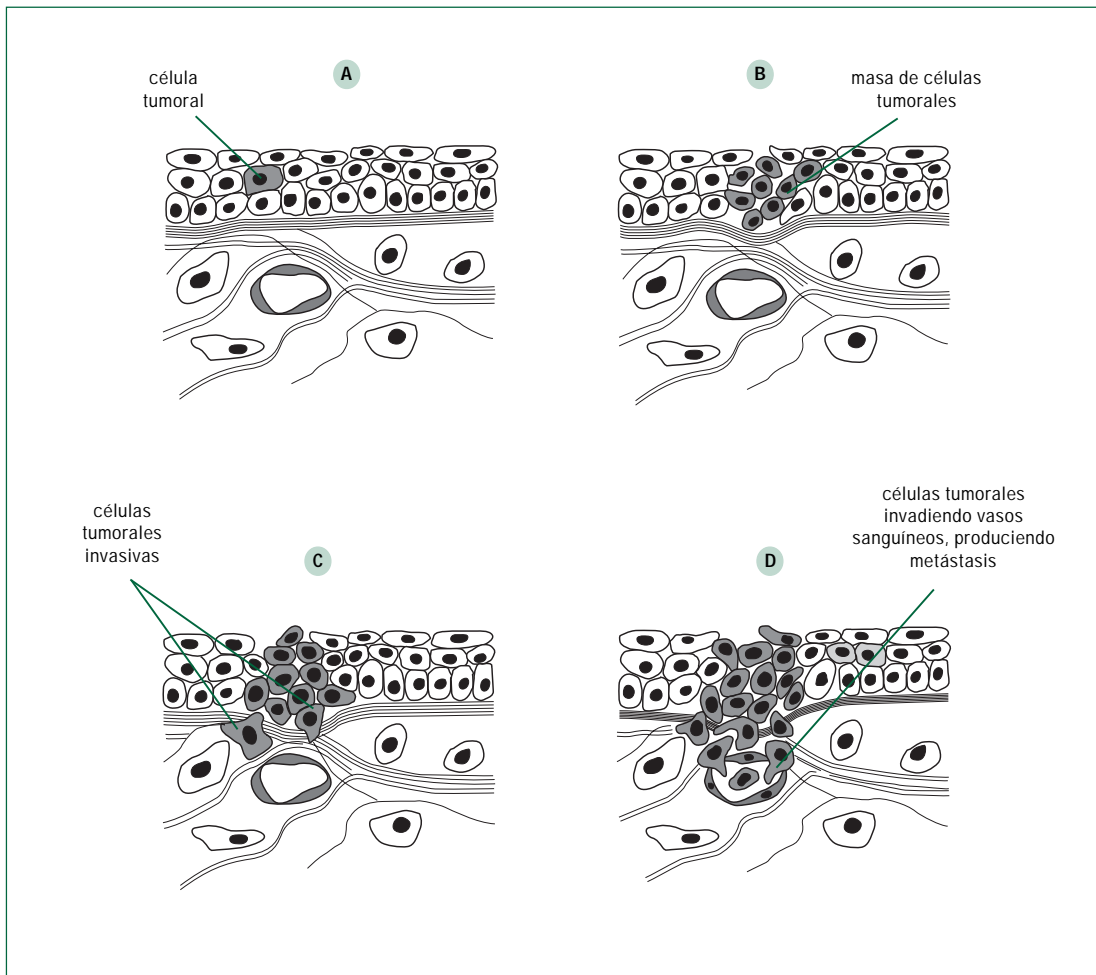
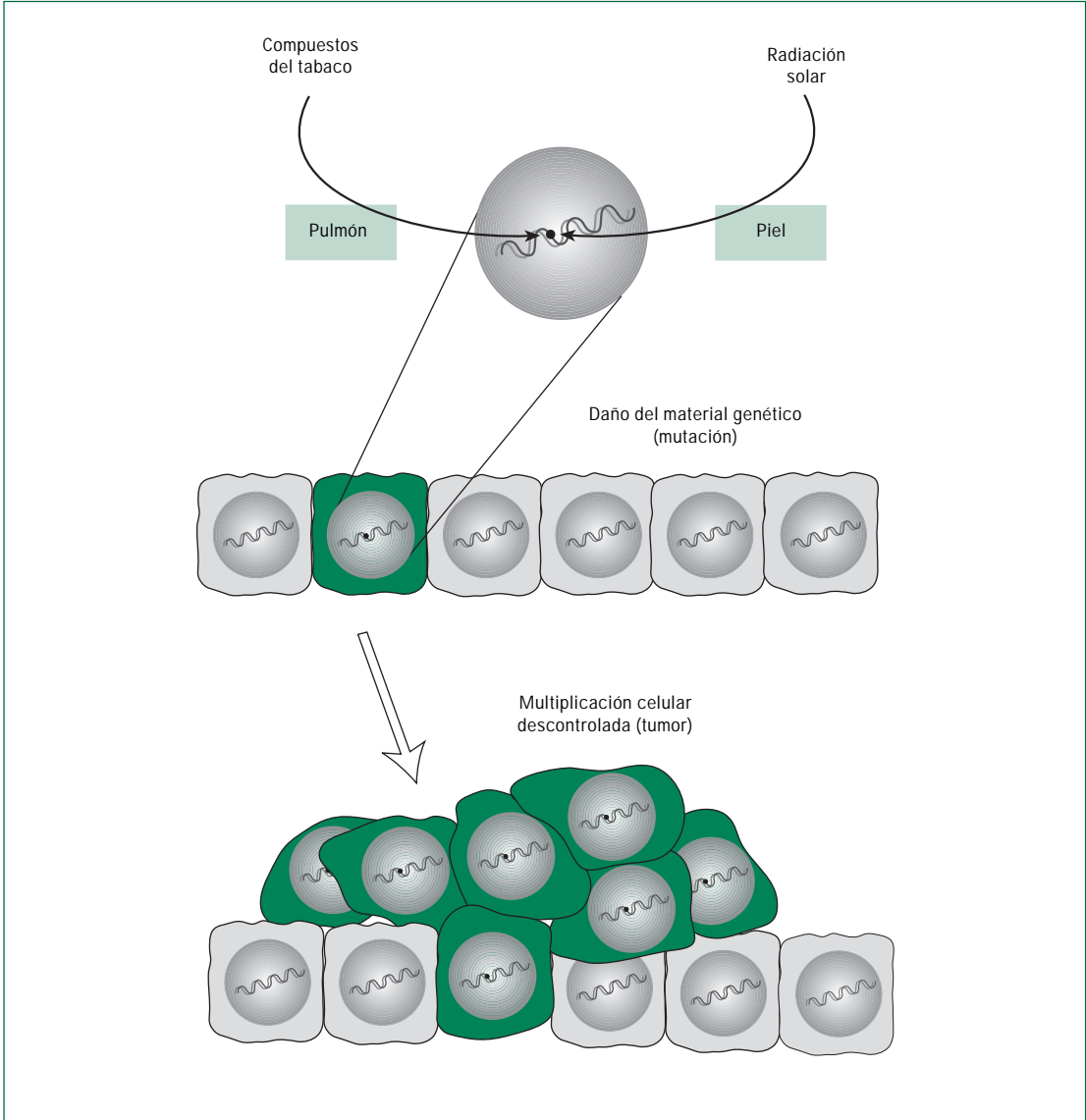


Figura 24
Radiación solar y tabaquismo como agentes que producen mutaciones y cáncer



Ejemplo B

Organizados en grupos pequeños (dos o tres personas), realizan un trabajo de investigación bibliográfica en diversas fuentes sobre las etapas en el desarrollo de un cáncer y de los efectos sobre la salud humana de la disminución de la capa de ozono. Exponen sus trabajos frente al curso en forma sintética, discuten sobre cómo prevenir este fenómeno y guiados por el profesor o profesora toman nota de las nociones esenciales. Resumen en un esquema simplificado las etapas celulares de un cáncer incluyendo el papel de factores ambientales sobre el material genético.

INDICACIONES AL DOCENTE:

En internet existe abundancia de datos al respecto. Asimismo, este tema da la oportunidad de realizar campañas al interior del colegio para tomar conciencia y corregir conductas nocivas.

Actividad 4

Informarse sobre agentes ambientales que dañan el material genético.

Ejemplo

Buscan información y aportan documentos fotográficos que ilustren daños generados por causas exógenas en distintos seres vivos, o se les presentan los casos para estimular una discusión, utilizando la siguiente tabla. Construyen una tabla que ilustre algunos agentes mutagénicos frecuentes y el tipo de alteración que producen, como la que se presenta a continuación. Redactan en una frase una definición de los conceptos de mutación y de agente mutagénico.

Tabla 6
Agentes ambientales que pueden provocar mutaciones

Agentes físico - químicos	Tipos de cáncer	Exposición general de la población	Ejemplos de trabajadores frecuentemente expuestos o fuentes de exposición
Arsénico	Pulmón y piel	Raro	Insecticidas y herbicidas en aerosoles, tinturas; trabajadores de refinerías de petróleo.
Asbesto	Mesotelio	Poco común	Plantas de frenos, astilleros, trabajadores de demoliciones y de aislación.
Benceno	Leucemia mielógena	Común	Pintores, destiladores y trabajadores de petroquímicas, usuarios de pinturas, barnizadores, trabajadores en gomas.
Gases de petróleo	Pulmones	Común	Trabajadores de buses y ferrocarriles, operadores de camiones y mineros.
Formaldehído	Cáncer de la nariz y nasofaringe	Raro	Trabajadores de hospital y laboratorios.
Fibras minerales manipuladas por humanos	Pulmones	Poco común	Aislamientos de paredes y tuberías, protecciones de tuberías.
Tinturas para el pelo	Vejiga	Poco común	Peluqueros y peluqueras (existe una inadecuada evidencia para los clientes).
Radiaciones ionizantes	Médula de los huesos y varios otros	Común	Materiales nucleares, productos y procedimientos medicinales.
Aceites minerales	Piel	Común	Maquinación de metales.
Pesticidas no arsenicales	Pulmones	Común	Fumigaciones, trabajos agrícolas.
Materiales para pinturas	Pulmones	Poco común	Pintores profesionales.
Difenilos policlorados	Hígado y piel	Poco común	Líquidos destinados a la transferencia de calor, fluidos hidráulicos y lubricantes, tintas, adhesivos e insecticidas.
Radón (partículas alfa)	Pulmones	Poco común	Minas y estructuras subterráneas.
Hollín	Piel	Poco común	Limpiadores de chimeneas, obreros de la construcción, aisladores, bomberos, trabajadores que dan servicio a las unidades de calefacción.

2. Enfermedades de transmisión sexual

Actividad

Informarse sobre las principales ETS y sus formas de transmisión y prevención.

Ejemplo

Investigan en la bibliografía o en internet sobre las principales ETS y sus formas de transmisión y las clasifican según su origen: bacterianas, virales u hongos; las presentan en una tabla indicando origen, formas de contagio, tiempo de incubación, síntomas y tratamientos, y estadísticas nacionales de su frecuencia. Discuten sobre las posibilidades de contagio que tienen las personas según sus conductas sexuales. Establecen características propias del contagio de VIH, índice de mortalidad, formas de prevención, consecuencias en la calidad de vida de los seropositivos (tratamientos de elevado costo, discriminación social y laboral).

3. Anomalías hormonales y uso médico de hormonas

Actividad 1

Indagar sobre diabetes (causas, síntomas y tratamiento) y valorar la función de los tratamientos farmacológicos.

Ejemplo

Realizan una investigación bibliográfica buscando las causas y síntomas de la diabetes, incluido el coma diabético, que expondrán en forma oral y breve frente al curso. Discuten sobre el tratamiento analizando hemogramas de un individuo normal y un paciente diabético antes y después de tratamiento insulínico.

Actividad 2

Determinar variables que inciden en el desarrollo del organismo y representar los efectos de tales factores en forma gráfica.

Ejemplo

Leen tablas de crecimiento de individuos que se caracterizan por deficiencia nutricional, privación afectiva, prolongados períodos de reposo en cama, familias de talla alta, familias de talla baja, actividad deportiva en el ámbito competitivo, baja actividad física. Construyen los gráficos correspondientes y establecen conclusiones sobre el crecimiento humano (proceso complejo y multifactorial, que incluye la participación de hormonas tales como la somatotrofina y las hormonas tiroideas).

INDICACIONES AL DOCENTE:

Es necesario clasificar los factores en genéticos, ambientales y hormonales (hormona de crecimiento y hormona tiroidea).

Estos antecedentes deben motivar una reflexión respecto al papel de futuro(a) padre o madre respecto a los requerimientos para la crianza adecuada de los hijos en período de crecimiento.

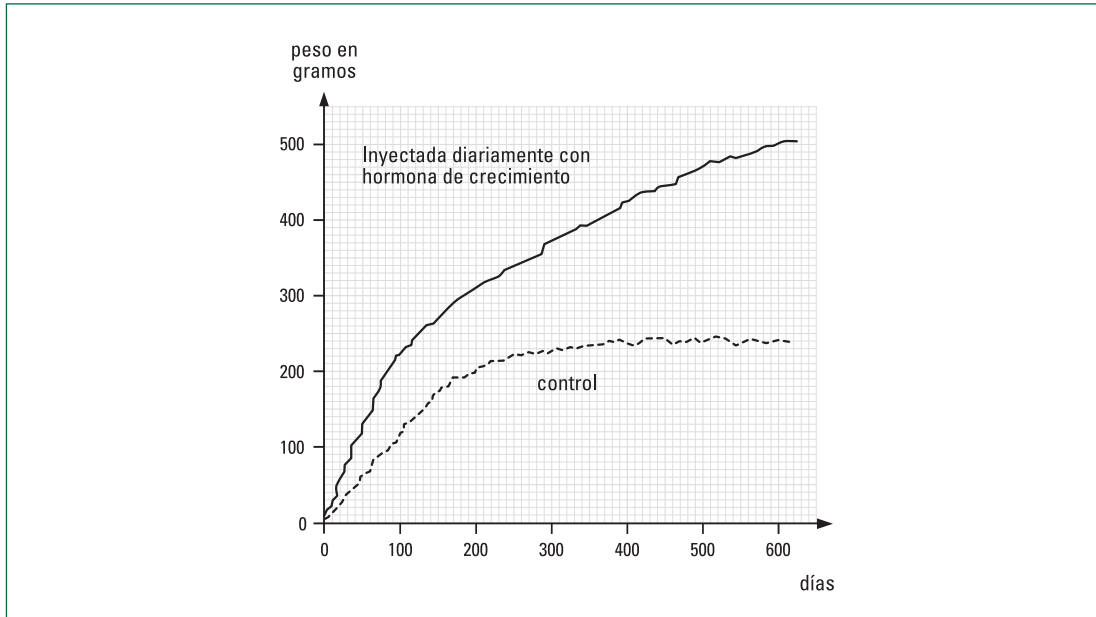
Actividad 3

Examinar y discutir experimentos sencillos sobre la función de la hormona del crecimiento.

Ejemplo

El curso lee la siguiente gráfica de un experimento en dos ratas en período de crecimiento, una control y otra a la que se aplicaron dosis diarias de hormona del crecimiento. Se les explica que en las fases juveniles la rata tratada aumenta su volumen en forma proporcionada, pero alcanzada la edad adulta se detiene el crecimiento de los huesos y cartílagos aumentando sólo los tejidos blandos. Con la ayuda del docente los estudiantes discuten sobre el rol de esta hormona en el crecimiento del organismo y concluyen que la hormona del crecimiento estimula el crecimiento de huesos y cartílagos durante el período de desarrollo. El profesor o profesora explica que la hormona del crecimiento es una proteína cuya producción está afectada en casos de enanismo humano, y establece las semejanzas y diferencias con el enanismo tiroideo.

Figura 25
Efecto de la hormona de crecimiento



INDICACIONES AL DOCENTE:

Es necesario indicar los nombres alternativos de esta hormona y relacionar la necesidad de administrarla endovenosamente con su estructura proteica fácilmente degradable en el estómago (tema desarrollado en 1º Medio).

Actividad 4

Investigar el mecanismo de acción y regulación de la hormona del crecimiento.

Ejemplo

En trabajo de grupo y apoyados con cuestionarios entregados por el docente, alumnos y alumnas desarrollan una investigación bibliográfica de la regulación y mecanismo de acción de somatotrofina. Construyen una representación esquemática de los procesos analizados y la exponen ante el curso.

Actividad 5

Conocer y analizar los efectos de algunas anomalías hormonales.

Ejemplo A

El curso observa fotografías de personas que padecen enanismo, gigantismo y acromegalia; proponen hipótesis que expliquen las alteraciones observadas. Realizan una investigación bibliográfica sobre el tema y exponen sus resultados utilizando medios visuales.

Ejemplo B

Indagan las posibles causas del cretinismo y bocio, y presentan datos históricos sobre pueblos alejados de las fuentes de yodo en la alimentación. Analizan tablas con datos de niveles de tiroxinas, tirotrófina y yodo plasmático.

Actividad 6

Investigar y discutir sobre el control de la fertilidad mediante el uso de hormonas a partir de conocimientos previos.

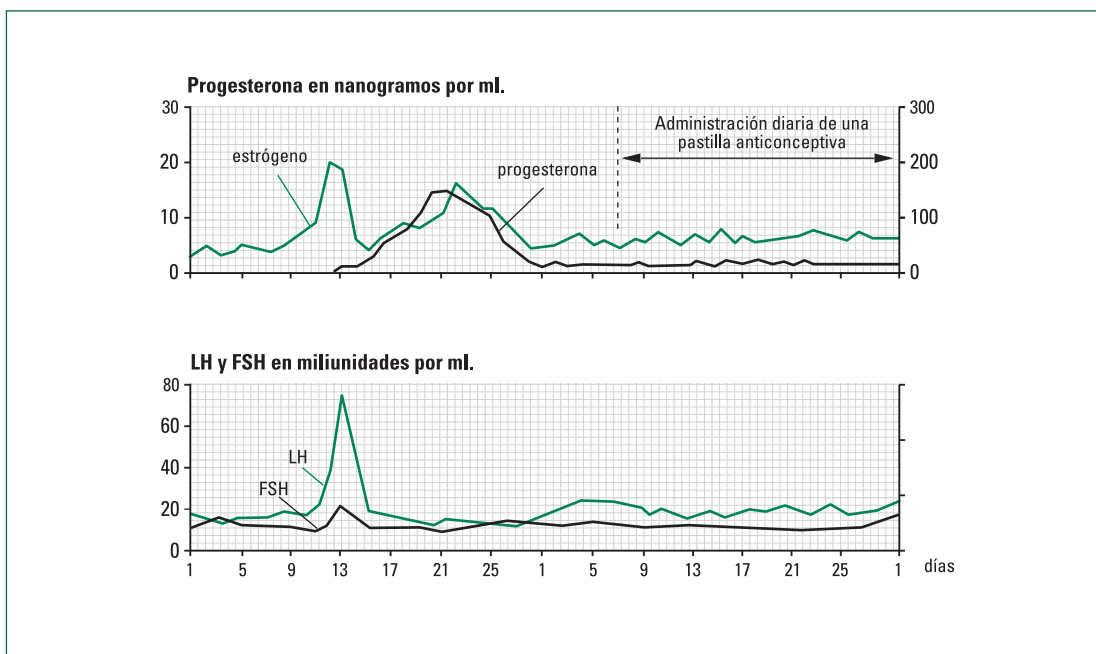
Ejemplo A

Investigan acerca del uso de hormonas en el control de la fertilidad, sus mecanismos y niveles de acción, eficacia y efectos secundarios. Presentan sus resultados frente al curso o en un informe de investigación.

Ejemplo B

Leen y analizan datos experimentales como los de la siguiente curva, los discuten y proponen el mecanismo de acción hormonal que permite a la mujer controlar su fertilidad. Con ayuda de el profesor o profesora elaboran un esquema explicativo y simplificado de este proceso.

Figura 26
Variación de los niveles sanguíneos de hormonas sexuales por administración de hormonas sintéticas



INDICACIONES AL DOCENTE:

El informe debe incluir una introducción, desarrollo, conclusión, índice, bibliografía y documentos gráficos. Esta actividad se presta para ser realizada en pequeños grupos. Es conveniente que se desarrolle en base a documentos seleccionados por el profesor o profesora y que el énfasis de esta actividad esté puesto sobre el mecanismo hormonal que permite controlar la fertilidad, puesto que anteriormente se se habían estudiado los métodos anticonceptivos.

Actividad 7

Informarse sobre la promoción de la fertilidad mediante el uso de hormonas.

Ejemplo A

Se informan sobre el uso de estrógenos sintéticos (citrato de clomifeno) en el tratamiento de mujeres infértiles y realizan un esquema funcional que grafique el mecanismo y los niveles de acción de este fármaco.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Explicar que el citrato de clomifeno es un estrógeno sintético antagonista, inductor de la ovulación, utilizado en el tratamiento de mujeres que no ovulan. Actúa informando a la hipófisis de una baja de estrógenos (bloquea receptores estrogénicos en membrana de célula hipofisiaria), causando una fuerte descarga de hormonas hipofisiarias que desencadena la ovulación.

Ejemplo B

El profesor o profesora plantea una anomalía de la fertilidad causada por una deficiencia grave del cuerpo lúteo y promueve una discusión sobre el origen del problema y las consecuencias sobre el útero y embarazo. Finalmente, los estudiantes proponen un tratamiento que utilice una hormona conocida por ellos (progestágenos artificiales).



Unidad 5

Organismo y ambiente

Orientaciones didácticas

Esta unidad tiene por objetivo principal dar las nociones necesarias para entender el concepto y los problemas de la biodiversidad. Es importante que las y los estudiantes establezcan relaciones con sus experiencias y observaciones de su entorno y con la información que constantemente aparece en los diversos medios de comunicación. Previamente, como base para la apreciación de los recursos naturales, es necesario abordar las formas de medirla, los factores que determinan sus características, los que inciden en su disminución, y el problema de la preservación de especies actualmente amenazadas. Luego, deben introducirse las estrategias para un desarrollo sustentable. Es importante enfatizar con los ejemplos un enfoque regional, de manera que los conceptos sirvan de base en la búsqueda de conocimiento e información sobre materias ambientales de constante discusión en nuestro medio.

Contenidos

1. Biodiversidad y factores que la afectan.
2. Recursos naturales.
3. Preservación, conservación y protección

Aprendizajes esperados

Los alumnos y alumnas saben y entienden:

- la biodiversidad como el número de especies (riqueza específica) en un cierto hábitat, producto de la interacción entre genoma, especie y ecosistema; que el cuidado de la biodiversidad demanda el estudio de múltiples factores que la determinan;
- que las perturbaciones introducidas por la actividad humana pueden resultar en destrucción de hábitats naturales o su conversión a actividades incompatibles con la conservación de la biodiversidad;
- el concepto de desarrollo sustentable como la forma de explotar los excedentes biológicos sin agotar el capital, asegurando que las generaciones futuras tengan las mismas oportunidades de beneficiarse que las actuales;
- cómo evaluar éticamente la conveniencia de perturbar ecosistemas frágiles y aquilatar los costos biológicos del desarrollo, apreciando que el ser humano no es el dueño final de la biodiversidad, sino que debe legarla a futuras generaciones.

Los alumnos y alumnas mejoran sus habilidades para:

- identificar y solucionar problemas;
- obtener e interpretar información expuesta en tablas;
- reconocer variables y relaciones de causa-efecto;
- expresar opiniones y explicaciones;
- formular hipótesis, diseñar y realizar experimentos dirigidos a problemas específicos;
- participar en trabajos grupales.

1. Biodiversidad y factores que la afectan

Actividad 1

Deducir la noción de biodiversidad y formular hipótesis que expliquen las diferencias poblacionales en comunidades distintas.

Ejemplo A

Leen e interpretan tablas de datos, como las que se presentan a continuación, sobre la abundancia de poblaciones animales que integran comunidades en dos regiones diferentes (zona antártica y zona central o mediterránea), y proponen hipótesis que expliquen las diferencias detectadas al comparar ambas comunidades. Expresan los datos en gráficos de barra y discuten sobre el significado de la biodiversidad. Redactan una breve definición de biodiversidad.

Tabla 7

Biodiversidad en una comunidad de la zona central versus una en la Antártida

Comunidad central	Comunidad antártica
42 loicas	230 pingüinos reales
38 tórtolas	457 focas cangrejas
52 mirlos	375 lobos finos antárticos
45 tencas	
73 lauchas del espino	
12 zorros chilla	

Ejemplo B

Organizados en grupos, colectan los organismos que viven bajo una piedra de un sector seco y bajo un pequeño tronco en descomposición. Realizan el censo por población, construyen la tabla de datos y el gráfico de barras correspondiente. Escriben en la pizarra sus resultados, los comparan y proponen hipótesis; elaboran una breve definición de biodiversidad.

INDICACIONES AL DOCENTE:

En ambos ejemplos puede resultar motivador que se presente un video relacionado con la actividad que se desarrollará. En el segundo ejemplo se debe entregar y analizar previamente una guía de trabajo práctico con técnicas de captura y precauciones específicas.

Actividad 2

Realizar mediciones de diversidad biológica utilizando datos reales recolectados por investigadores.

Ejemplo

Cada alumno y alumna del curso recibe un documento que señala el número de especies de dos comunidades que fueron colectadas por un grupo de investigadores durante seis visitas sucesivas al lugar. Se explica que no aumentó el número de especies en las últimas tres visitas, aún cuando el total de organismos contabilizados fue mayor. Individualmente construyen el gráfico con los datos de las dos comunidades y definen el concepto de índice de riqueza específica; señalan que éste permite comparar la diversidad de dos comunidades.

Tabla 8
Datos para calcular el índice de riqueza específica y estimación del grado de biodiversidad

Especie	Comunidad A						Comunidad B					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
visita N°												
hormigas	32	43	44	34	23	54	24	22	26	27	25	29
ciempiés	-	12	15	16	26	17	-	-	16	22	23	24
milpiés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	14	18
gusanos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	12
arañas pardas	-	-	12	22	24	25	-	15	11	11	12	13
arañas café	-	-	-	40	48	51	-	14	14	16	17	18

INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante orientar el análisis de la tabla de datos con preguntas tales como: ¿Cuál de estas comunidades posee mayor número de especies? ¿Cuál de las dos comunidades presenta mayor abundancia total?

Actividad 3

Identificar factores que determinan la biodiversidad.

Ejemplo A

El profesor o profesora presenta un gráfico sobre la disminución en la diversidad de especies de árboles desde el trópico hasta la Patagonia chilena. Observando la curva, los alumnos y alumnas identifican factores que pueden afectar la diversidad de plantas en distintas regiones. Complementan con información bibliográfica y filmica la importancia de factores como el aislamiento geográfico sobre la biodiversidad.

Ejemplo B

Observan un documento filmico que expone las diferencias de biodiversidad en un gradiente latitudinal, tal como el que se observa al comparar el bosque deceduo austral con el matorral de Chile central; y en un gradiente altitudinal comparando la vegetación desde la alta cordillera hasta planicies litorales. Construyen un listado con los principales factores que determinan la biodiversidad. Complementan con investigación bibliográfica.

Actividad 4

Analizar y jerarquizar las principales causas de disminución de la biodiversidad.

Ejemplo A

Observan fotografías o videos de un incendio forestal, tala de un bosque, o de acumulación de productos químicos residuales de la actividad minera. Elaboran un listado de las causas del deterioro con la jerarquía que ellos le asignan. El profesor o profesora muestra un listado de problemas ambientales, como el siguiente, para que comparen el orden de importancia de cada causa y la clasifiquen en natural o artificial. Complementan con un estudio grupal sobre otras causas referidas a los recursos agua y aire.

Tabla 9
Algunas causas de deterioro ambiental y su contribución relativa

Total de problemas ambientales identificados:	1.288
Total de problemas relacionados con pérdida del suelo:	144
Acción humana (incendio, deforestación)	22,8 %
Erosión por agua	19,3 %
Aumento área urbana e industrial	16,7 %
Alteración por químicos	15,8 %
Otros	25,4 %

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)

Ejemplo B

A partir del análisis de una tabla como la siguiente, elaboran un documento escrito, tipo tríptico, que muestra por separado: a) evidencias de deterioro ambiental en su entorno, b) la responsabilidad humana en el hecho, c) propuestas de solución para al menos uno de los problemas detectados.

Tabla 10
Causas de disminución de la biodiversidad según su efecto

Acción humana	Efecto
Deforestación (tala y fuego).	Pérdida de capacidad para retener agua.
Pastoreo excesivo.	Pérdida de capacidad de recuperación vegetal (plantas).
Revestimiento de piedra, hormigón, asfalto.	Inundaciones.
Aumento de la carga sólida en el agua, turbidez.	Pérdida de capacidad fotosintética de las algas.
Aumento de partículas en suspensión del aire.	Pérdida de capacidad fotosintética de las plantas.
Sobre-explotación de pesca de arrastre.	Pérdida de capacidad de recuperación íctica (peces).
Supresión del suelo (canteras - minas).	Disminución de formaciones vegetales.
Embancamiento de ríos y bahías, por erosión.	Pérdida de fauna.
Uso de plaguicidas.	Alteración de ciclos vitales, plagas.

Fuente: Programa Actualización para Profesores, enero 1998. Problemática Ambiental, Dr. Ernst R. Hajek, Pontificia Universidad Católica de Chile

INDICACIONES AL DOCENTE:

Se puede agregar al cuadro resumen la región más afectada, un ejemplo más específico de la región o sugerir vías de solución que involucren un cambio de actitud.

Actividad 5

Realizar montajes experimentales sencillos que prueben factores que disminuyen la biodiversidad.

Ejemplo

Organizados en grupos, colocan la misma cantidad de un tipo semillas en cuatro grupos de frascos a los que se agregan soluciones de acidez creciente, manteniendo un control con agua destilada. Después de 4 días, se colocan las semillas tratadas en frascos de germinación por una semana. Calculan el porcentaje de germinación y relacionan sus conclusiones con algunas causas de disminución de la biodiversidad.

Actividad 6

Identificar las variables tiempo y espacio como factores del cambio en la flora y fauna del ecosistema y valorar los efectos de la introducción de especies.

Ejemplo A

Observan secuencias de diapositivas que muestran diferentes ecosistemas de Chile (altiplano, región mediterránea, bosque templado, estepa magallánica, costa central, Antártida) en la que se resaltan las diferencias en clima y fisonomía y se muestran las plantas y animales más típicos de estos ecosistemas. Proponen hipótesis que permitan explicar por qué cada hábitat tiene una flora y fauna característica; identifican algunas variables que configuran un cierto paisaje y discuten acerca de que si se hubiera visitado nuestro país varios millones de años atrás, probablemente la fauna habría estado dominada por otras especies, ahora extinguidas.

Ejemplo B

Proponen hipótesis predictivas del efecto que podría tener la introducción de algunas de las especies que se señalan en la primera columna de una tabla de datos como la siguiente.

Comparan sus predicciones con los datos aportados por estudios científicos y que aparecen en la segunda columna de la tabla. Formulan un juicio crítico respecto a la conveniencia o inconveniencia de introducir especies exóticas a los ecosistemas.

Tabla 11
Ejemplos de especies introducidas en Chile y sus efectos ecológicos

Especies introducidas	Efectos sobre flora y fauna nativas
garza bueyera, codorniz, gorrión	Compiten por alimentos con aves nativas tales como queltehue, perdiz y diuca (respectivamente).
mirlo	Parasita los nidos de aves nativas.
liebre y conejo	Compiten por alimentos con mamíferos nativos, sobrepastorean la vegetación, constituyen nuevas presas para los predadores nativos.
castor	Come la corteza de árboles nativos, hace represas.
rata noruega (guarén), rata negra (pericote) ratón (laucha)	Comen y ensucian granos almacenados para consumo humano, depredan sobre aves nativas y sus huevos, transmiten enfermedades al ser humano.
visón	Depreda sobre fauna nativa.
jabalí	Destruye la vegetación y consume huevos y crías de fauna nativa.
ciervo, gamo, cabra silvestre	Destruyen la vegetación nativa.

Actividad 7

Identificar y analizar distintos tipos de perturbaciones humanas y sus potenciales efectos sobre la biodiversidad.

Ejemplo

Observan secuencias de diapositivas en que se muestran diferentes tipos de perturbaciones introducidas por la actividad humana, algunas notorias y rápidas como los incendios, otras más lentas como la erosión de los suelos y contaminación de las aguas, y otras menos evidentes como la conversión de bosques a praderas arboladas o la introducción de especies exóticas. Discuten qué tipo de plantas y animales silvestres pueden ser más o menos afectados por estas perturbaciones.

2. Recursos naturales

Actividad 1

Identificar y clasificar los recursos naturales.

Ejemplo A

Leen una tabla de recursos naturales y completan los casilleros con su clasificación guiados por preguntas tales como: ¿Qué relación de cantidad existe entre lo que el ser humano usa y su abundancia en la naturaleza? ¿Se recupera la materia en un ciclo? ¿Tiene capacidad de reproducción o recuperación (es renovable)? ¿No tiene capacidad de recuperarse; es decir, una vez utilizado por el ser humano no vuelve a su estado original (es no renovable)?

Tabla 12
Clasificación de recursos naturales

Recurso	Clasificación *
Fauna	Renovable
Mineral no metálico	No renovable
Agua	Renovable
Suelo	Renovable
Mineral combustible	No renovable
Flora	Renovable
Mineral metálico	No renovable
Aire	Renovable

* La clasificación aparece aquí sólo como referencia, pero debe ser aportada por el curso.

Ejemplo B

Organizados en grupos, analizan documentos tales como informes de CONAF, CONAMA o libros y artículos sobre las características de los recursos naturales en Chile, su estado actual y las estrategias de manejo sustentable. Cada grupo comunica al curso el resultado de su investigación en una disertación breve. Publican en conjunto un cuadro resumen con la clasificación de los recursos naturales chilenos.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Puede consultar el documento de CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), 1994. Perfil ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Secretaría Técnica y Administrativa, Santiago, 569 pp. La exposición grupal debe ser breve y complementada con materiales audiovisuales. Este tema es apropiado para integrarlo con otras asignaturas como Lengua Castellana y Comunicación, por la gran disponibilidad de poesía y literatura chilena relacionada con el tema, Historia y Ciencias Sociales y Artes Visuales.

Actividad 2

Clasificar los recursos naturales de Chile en renovables o no renovables.

Ejemplo

Leen una tabla de recursos naturales y completan los casilleros con su clasificación guiados por preguntas del profesor o profesora tales como ¿Qué relación de cantidad existe entre lo que el ser humano usa y su abundancia en la naturaleza? ¿Se recupera la materia en un ciclo? ¿Tiene capacidad de reproducción o recuperación (es renovable)? ¿No tiene capacidad de recuperarse; es decir, una vez utilizado por el ser humano no vuelve a su estado original (es no renovable)?

Tabla 13
Recursos naturales chilenos

Recurso	Clasificación	Uso y aprovechamiento
Cobre	No renovable	Nacional y para exportación.
Petróleo	No renovable	Nacional, la mayoría se importa.
Litio	No renovable	Internacional, la mayoría se exporta.
Harina de pescado	Renovable	Internacional, la mayoría se exporta.
Uva de mesa	Renovable	Internacional, gran parte se exporta.
Loco	Renovable	Nacional e internacional, parte se consume en Chile y parte se exporta.
Agua de los ríos	Renovable	Nacional, para riego, agua potable, generación eléctrica y evacuación de desechos industriales y domiciliarios.

Actividad 3

Analizar la distribución geográfica de los recursos naturales de Chile y sus usos típicos.

Ejemplo A

Leen una tabla de recursos naturales características por región y llenan casilleros vacíos correspondientes a otras regiones del país.

Ejemplo B

Representan en un mapa, póster o maqueta la relación de los recursos naturales, como los que se ejemplifican en la siguiente tabla, con la región del país que le corresponde y con el uso típico que el ser humano da a esos recursos.

Tabla 14
Distribución de los recursos naturales chilenos por regiones

Región	Recursos y uso típico
I, II y III	Explotación de cobre, oro, plata y litio.
IV, V y X	Explotación de paisaje (turismo).
VIII y IX	Explotación de bosques exóticos (pinos y eucaliptus).
I, VIII y X	Explotación de pesquerías (anchoqueta, jurel y merluza).
XII	Explotación de ganado ovino, petróleo y paisaje.

3. Preservación, conservación y protección

Actividad 1

Analizar el concepto de desarrollo sustentable.

Ejemplo

Leen un gráfico mostrado en láminas o retroproyecciones respecto al estado de forestación de Chile con relación a otros dos países, y otro gráfico que presenta la mayoría de las especies animales chilenas junto a aquellas que presentan algún problema de conservación. A partir de estos datos elaboran un listado de estrategias para disminuir el problema; luego relacionan estas proposiciones con la definición de “desarrollo sustentable” de la Comisión Brundtland, 1987, y de parque, reserva y monumento nacional.

Tabla 15
Porcentaje del territorio de Chile cubierto por bosques en relación a otros países

País	Territorio cubierto por bosques
Japón	63 %
Argentina	16 %
Chile	11 %

Fuente: Informe FAO 1991

Tabla 16
Porcentajes de especies chilenas con problemas de conservación

	Nº especies	Nº especies con problema de conservación	%
Peces (marinos)	44	44	100
Anfibios	39	31	79
Reptiles (tortugas marinas)	78	45	58
Aves (pingüinos antárticos)	432	72	17
Mamíferos (ballenas, delfines, alpacas, llamas)	91	51	56
Total	684	243	35

Fuente: CONAF.

Actividad 2

Estimar la magnitud del problema de conservación y los resultados de acciones correctivas.

Ejemplo

En trabajo de taller, leen las tablas siguientes y construyen material gráfico que muestre el número y porcentaje de especies extintas, en peligro de extinción y vulnerables, y los efectos de medidas de conservación. Destacan las que pertenezcan a su región y caracterizan los hábitos de esas especies, su importancia ecológica y acciones requeridas para su conservación.

Tabla 17
Especies chilenas extintas, en peligro de extinción, vulnerables y raras

	Extinta (n=2)	En peligro de extinción (n=50)	Vulnerable (n=92)	Rara (n=53)
Mamíferos	1	15	15	12
Aves	1	10	32	12
Reptiles	0	1	13	18
Anfibios	0	6	9	10
Peces	0	18	23	1

Fuente: CONAF (1988)

Tabla 18
Preservación de vicuñas y cisnes de cuello negro, dos especies vulnerables

Vicuñas Parinacota I Región		Cisne cuello negro Laguna Torca VII Región	
Año	Cantidad	Año	Cantidad
1980	7.990	1978	298
1981	9.762	1979	296
1982	12.308	1980 - 84	Sin datos
1983	14.617	1985	701
1984	16.382	1986	806
1985	18.114	1987	607
1986	20.219	1988	717
1987	21.658	1989	1025
1988	22.714		

Actividad 3

Indagar acerca de la sobre-explotación de especies.

Ejemplo A

Grupalmente realizan una investigación bibliográfica respecto a un caso de daño ambiental por sobre-explotación de una especie en Chile, como el recurso loco o la pampa del tamarugal; se les guía para obtener datos confiables (censo de las últimas décadas), identificar el problema; lo redactan en una frase simple y libre de interpretaciones (la población de la especie NN ha disminuido en X%). Postulan una posible respuesta a la causa del problema o hipótesis (enfermedades, caza deportiva, consumo humano, introducción de predadores, producción de leña para salitreras, etc.), Identifican las variables relacionadas con su indagación (caracterizar la especie NN, su hábitat, forma de alimentación, período de reproducción, velocidad de crecimiento etc.). Redactan su conclusión, proponen soluciones, identifican las soluciones existentes, elaboran una forma de publicación y difusión de los resultados (posters, mapas con hábitat, trípticos con indicaciones para visitar santuarios de la naturaleza, reservas y/o parques nacionales, historietas o teatro de títeres para sensibilizar a cursos de menor edad).

Ejemplo B

Analizan los siguientes datos de cuota de captura y captura efectiva del lobo marino en Chile entre 1974 y 1981. El profesor o profesora les informa que los pescadores nunca alcanzaron a copar la cuota permitida, lo que hace pensar que era excesiva y se estaba agotando la capacidad de renovación del recurso. Utilizando recursos computacionales, construyen un gráfico de barras que les permita comparar las cuotas logradas con las autorizadas. Mediante preguntas como: ¿Qué explicación daría Ud. al hecho que la cuota autorizada nunca fue alcanzada por los pescadores? ¿Se podría considerar dicha cuota como excesiva? ¿Podría haber agotado la capacidad de renovación del recurso? El docente los orienta a identificar como erróneo el procedimiento que estableció la cuota de captura.

Tabla 19
Cuota de captura versus captura efectiva de lobo marino
realizada por pescadores entre 1974 y 1981 en Chile

Año	Cuota captura	Captura efectiva
1974	0	0
1975	0	0
1976	2800	1320
1977	4324	sin datos
1978	11389	9096
1979	11775	8755
1980	9500	6990
1981	8607	1413

INDICACIONES AL DOCENTE:

Llamar la atención que las dos especies del emblema chileno han sido perseguidas. El huemul está en peligro de extinción y el cóndor es cazado ilegalmente en la alta cordillera y en la Región de Magallanes, considerándose actualmente entre las especies vulnerables.

Actividad 4

Investigar bibliográficamente efectos de pesticidas.

Ejemplo

Investigan en la bibliografía acerca del empleo del DDT y pesticidas similares en la agricultura y sus efectos conocidos sobre la fauna silvestre. Incluyen información sobre:

- cómo se introduce en la cadena alimentaria y las razones de su concentración en los últimos eslabones;
- las principales regulaciones respecto al uso del DDT y otros pesticidas similares en Chile;
- el efecto de los pesticidas químicos en el material genético.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente darles el ejemplo del halcón peregrino en Chile. Este es un buen exponente de los efectos deletéreos del DDT, que adelgaza la cubierta calcárea de los huevos, determinando tal fragilidad que es destruidos por la propia hembra al momento de empollarlos.

Actividad 5

Analizar los procedimientos que se aplican en Chile para proteger su flora y su fauna.

Ejemplo

Examinan la siguiente tabla que categoriza los distintos tipos de áreas protegidas por el Estado chileno. Se informan sobre las actividades que se permiten realizar dentro de cada tipo de área protegida y sobre los propósitos de su protección. Buscan en un mapa la localización y extensión de las áreas protegidas y discuten si todos los ecosistemas chilenos están bien representados en ellas.

Tabla 20
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

Tipo de Área protegida	Cantidad	Área total (ha)	Área promedio (ha)
Parque Nacional	30	8.358.367	278.212
Reserva Nacional	38	5.351.804	140.837
Monumento Natural	11	14.472	1.316
Zona de Protección	2	24.600	12.280
Santuario de la Naturaleza	3	11.900	3.958
Jardín Botánico	1	405	405
Total	85	13.761.548	161.900

El área de Chile continental es 75,662,630 ha.

Ejemplo B

Examinan la siguiente tabla que enumera los tratados internacionales que el Estado chileno ha firmado, obligándose a proteger su flora, fauna y valores escénicos naturales. Obtienen información sobre las agencias gubernamentales encargadas de hacer cumplir los distintos tratados de acuerdo al Decreto Supremo o Decreto Ley que lo promulgó.

Tabla 21

Tratados Internacionales que el Estado chileno se obliga a cumplir para la protección de su flora, fauna y valores escénicos naturales.

Nombre	Fecha	Cuerpo legal
Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los países de América.	04/10/1967	D.S. 531
Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.	14/02/1975	D.L. 873
Convención Internacional para la Regulación de la Caza de Ballenas.	21/09/1979	D.S. 489
Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural.	27/03/1980	D.L. 259
Convención relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de las Aves Acuáticas.	27/09/1980	D.L. 3485
Convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña.	16/12/1980	D.S. 3530
Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Silvestre.	12/12/1981	D.S. 868
Convenio sobre la Diversidad Biológica.	06/05/1995	D.S. 1963

D.S. = Decreto Supremo, D. L. = Decreto Ley.

Evaluación

Criterios de evaluación

Informarse	Razonar	Comunicarse	Realizar
<p>Descriptor</p> <p><i>Habilidad para:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener y procesar información científica en diversas fuentes (texto, prensa, internet, video educativo, etc.) o bien en material entregado en clase, en forma oral o escrita, y extraer conclusiones. • Reconocer las interacciones de la ciencia con otros ámbitos de la sociedad. • Distinguir las contribuciones y limitaciones de la ciencia. 	<p>Descriptor</p> <p><i>Habilidad para:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer variables y relaciones causa-efecto. • Distinguir preguntas que pueden ser contestadas mediante investigación científica. • Identificar preguntas que guían una investigación científica. • Distinguir entre hechos y explicaciones. • Diseño y conducción de una investigación científica. 	<p>Descriptor</p> <p><i>Habilidad para:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir, argumentar, explicar, discutir o concluir, utilizando lenguaje escrito o hablado, con fundamento, conocimiento y vocabulario científico. <p><i>Capacidad de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tolerar y respetar otras opiniones o explicaciones. 	<p>Descriptor</p> <p><i>Destrezas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas en la obtención y procesamiento de datos. <p><i>Actitudes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cooperación, seguridad, honestidad en la obtención de datos experimentales o bibliográficos.
Procedimiento de evaluación			
<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar fotografías, esquemas, gráficos, tablas o resúmenes. • Identificar componentes o detalles relevantes de una fuente de información. • Ordenar o restablecer una secuencia. • Selección múltiple, verdadero-falso. • Medir, contestar un cuestionario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasifica según distintos criterios. • Relaciona nueva información con conocimientos previos. • Propone explicaciones. • Elabora conclusiones y resúmenes. • Analiza información presentada en diversas formas. • Define preguntas y problemas que orienten el tema en discusión o investigación. • Resuelve problemas biológicos que impliquen cálculos matemáticos. • Formula críticas a un procedimiento, identifica errores en un procedimiento o conducta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresión de opiniones y explicaciones. • Redacción de informes o de una síntesis o conclusión luego de finalizar una actividad, etc. • Descripción de hechos, eventos, características de objetos, diseños experimentales o sus resultados, etc. • Disertaciones o intervenciones breves. Redacción de informes, resúmenes, conclusiones en frases cortas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Representación de datos o variables en tablas, gráficos, modelos o esquemas funcionales, croquis o posters. • Realización de montajes experimentales (laboratorio). • Manipulación de instrumentos de observación (microscopio) y de medición (temperatura, presión, etc.). • Participación en trabajos grupales.

Guía para una evaluación sumativa

En las evaluaciones sumativas deben disponerse las preguntas y ejercicios de evaluación en orden de dificultad creciente, primero los relacionados con la verificación de la adquisición de conocimientos y luego los de aplicación de conocimientos y habilidades.

1. Verificación de la adquisición de conocimientos	
<ul style="list-style-type: none"> • Asociar un concepto a una definición. • Completar un crucigrama. • Restablecer una secuencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Completar una tabla. • Verdadero y falso. • Rotular un esquema. • Definir un concepto. • Describir un proceso o fenómeno. • Describir un trayecto en un esquema.
2. Evaluar conjuntamente aplicación de conocimiento y habilidades	
<p>I. Habilidad de informarse <i>Lectura e interpretación de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Texto • Tablas • Gráficos • Esquemas • Fotografías <p>III. Habilidad de comunicar <i>Utilizar lenguaje científico para:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir • Argumentar • Explicar • Discutir • Concluir 	<p>II. Habilidad de realizar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una tabla. • Un gráfico. • Un esquema funcional. • Un montaje experimental. • Un diseño experimental. <p>IV. Habilidad de razonar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificar según uno o varios criterios. • Relacionar una información dada (tabla, texto, esquema, gráfico, etc.) con los conocimientos adquiridos. • Formular explicaciones o hipótesis. • Establecer una conclusión. • Hacer comparaciones funcionales o estructurales. • Resolver problemas biológicos que impliquen cálculos matemáticos. • Analizar un examen. • Formular una crítica positiva o negativa de un procedimiento experimental, una conducta o un texto. • Identificar errores en un experimento o conducta.

Ejemplos de evaluación de la Unidad 1: Material genético y reproducción celular

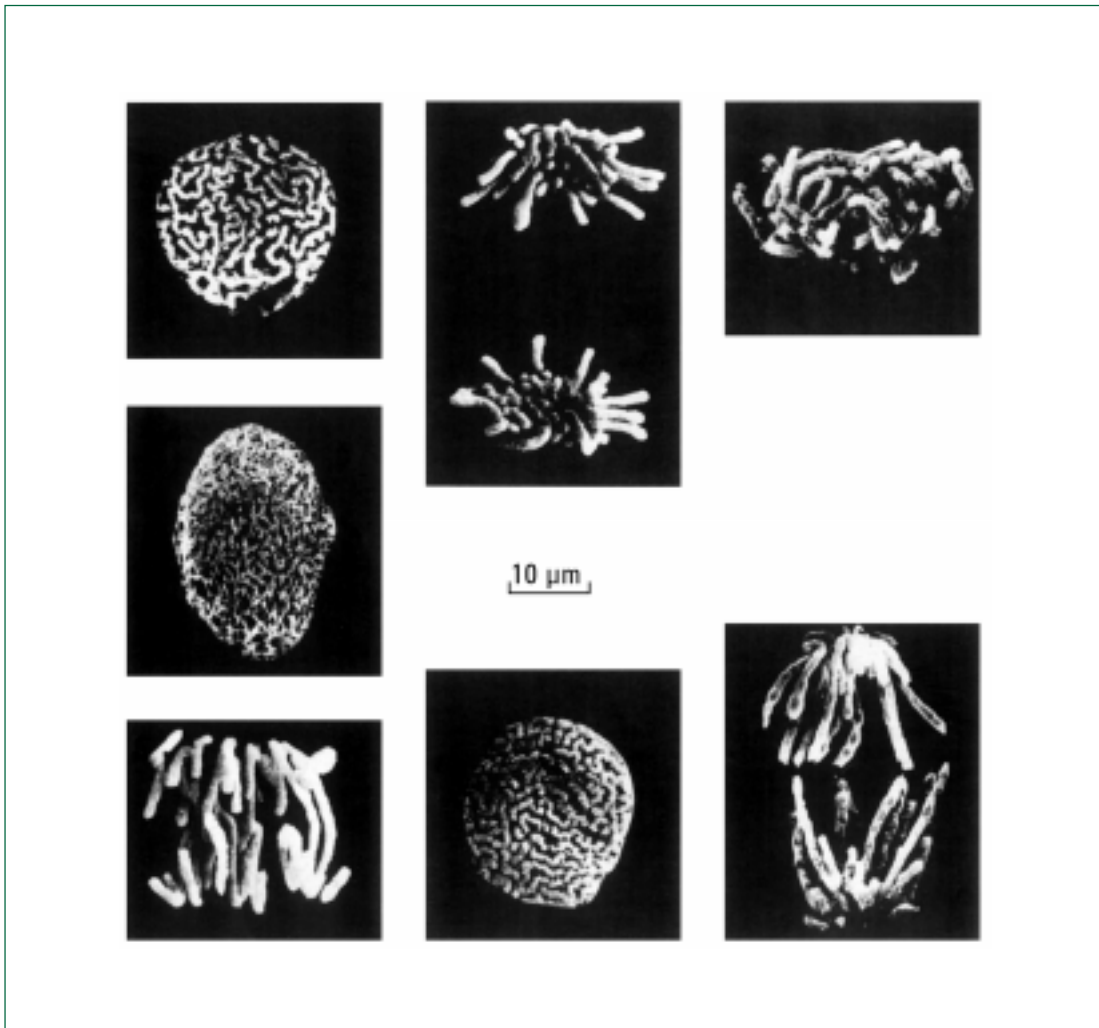
Objetivo de evaluación 1

Verificar conocimientos restableciendo una secuencia.

Ejemplo Las siguientes fotografías corresponden a una división celular de una célula animal.

Restablezca la secuencia correcta de las fotografías y acompañe cada una de ellas con una breve descripción de las principales características de la etapa.

Figura 27
Fotografías de una división celular animal



Objetivo de evaluación 2

Aplicar conocimientos resolviendo un problema biológico simple.

Ejemplo Los lóbulos de las orejas pueden estar “libres” o “adheridos” (pegados a la mejilla).

Este carácter se encuentra comandado por dos alelos:

L: alelo que codifica para lóbulo libre, se expresa siempre.

l: alelo que codifica para lóbulo adherido, se expresa sólo si está presente en cada cromosoma homólogo.

- 1) ¿Cómo se le llama a un alelo del tipo L (lóbulo libre)?
- 2) Realice un esquema sencillo de un par de cromosomas homólogos de un individuo cuyos lóbulos están “libres.”
- 3) Realice un esquema sencillo de un par de cromosomas homólogos de un individuo cuyos lóbulos están “adheridos.”

Objetivo de evaluación 3

Verificar conocimientos definiendo conceptos. Aplicar conocimientos analizando un examen.

Ejemplo El cariotipo representado a continuación corresponde al de un niño anormal.

- 1) Estúdielo e indique TODA la información que éste le aporta.
- 2) Describa al individuo que presenta este cariotipo.
- 3) ¿Qué nombre reciben los cromosomas idénticos?
- 4) Recuerde la definición de cariotipo.

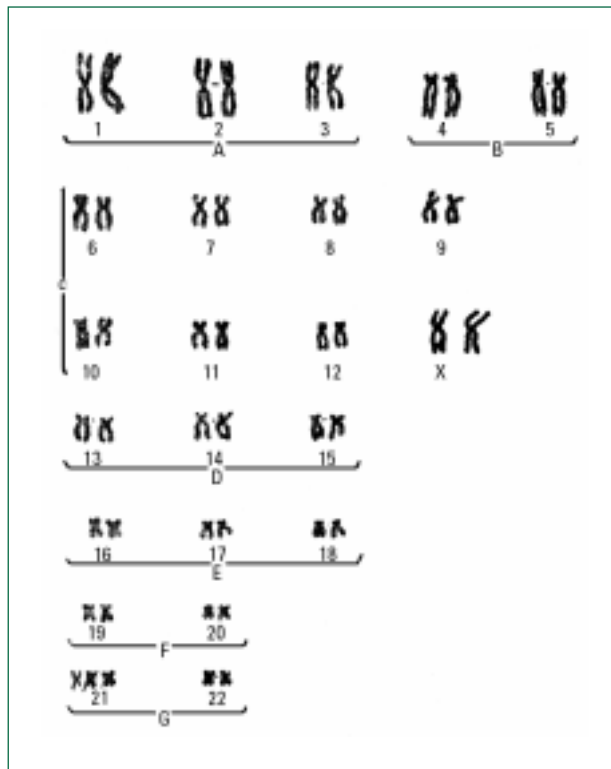


Figura 28
Cariotipo de un niño anormal

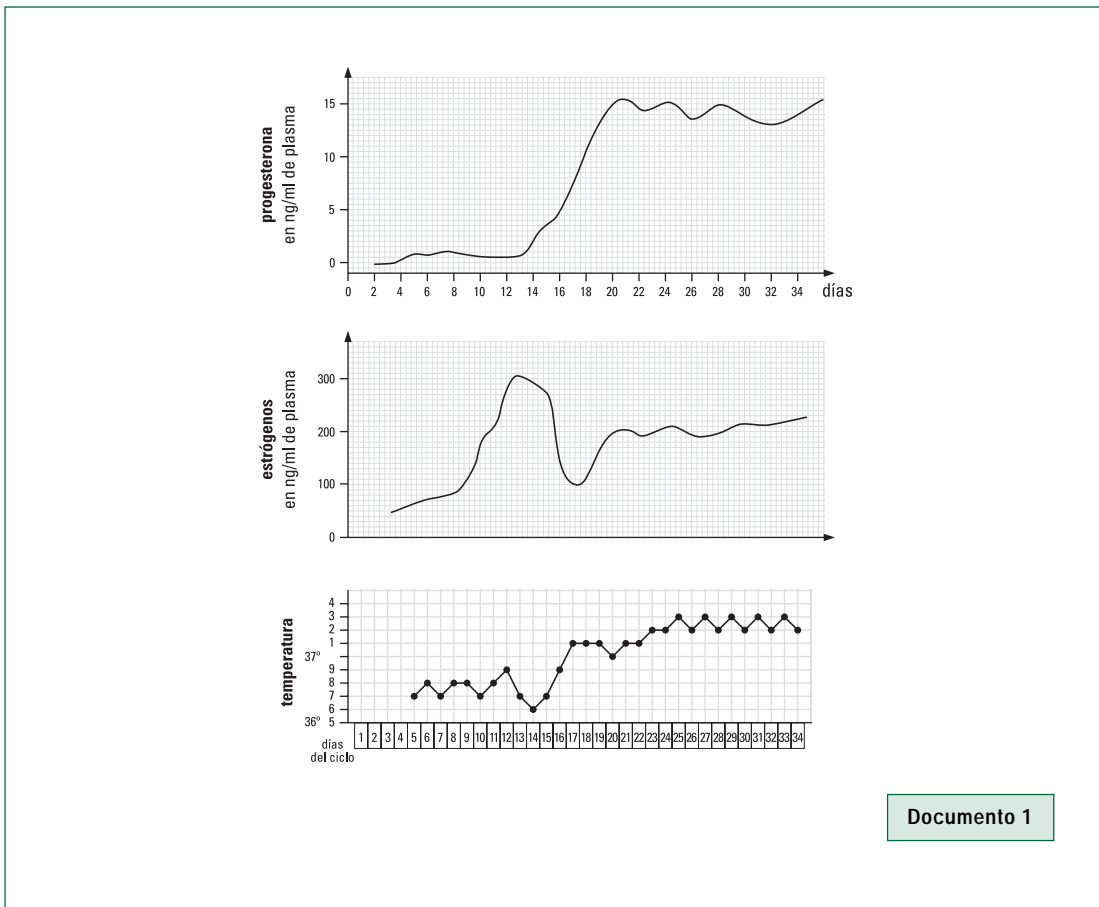
Ejemplos de evaluación de la Unidad 2: Hormonas, reproducción y desarrollo

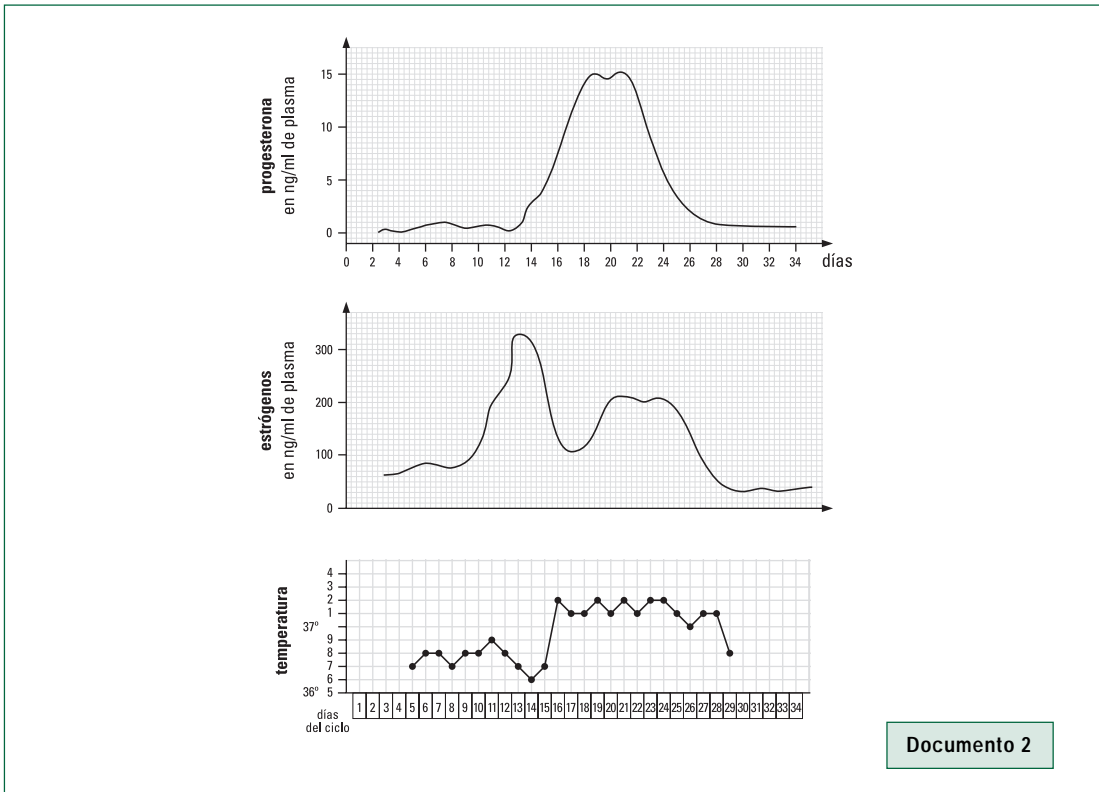
Objetivo de evaluación 1

Relacionar una información dada con los conocimientos adquiridos. Leer e interpretar gráficos. Utilizar lenguaje científico para describir y explicar.

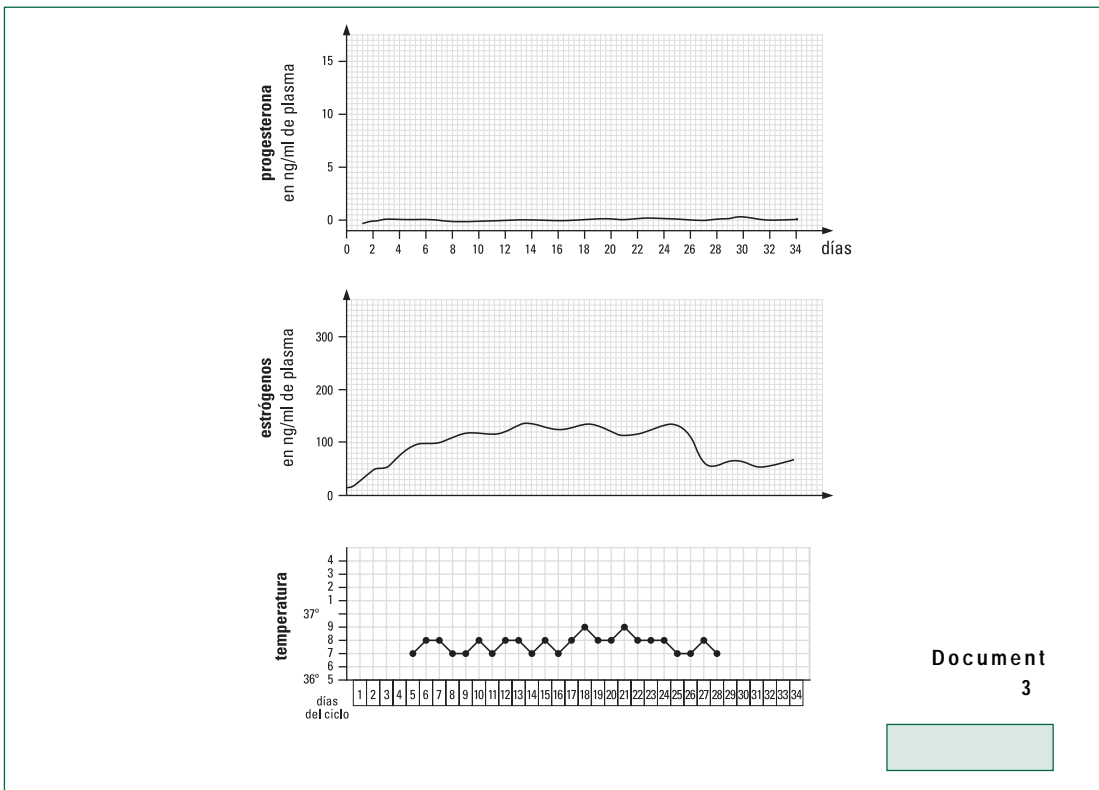
Ejemplo A La siguiente serie de gráficos indican la evolución de las tasas de estrógenos y progesterona de tres mujeres distintas. ¿Cuál de estos gráficos corresponde al ciclo normal de una mujer de 30 años, cuál corresponde al de una mujer embarazada y cuál al de una mujer que utiliza anticonceptivos en base a estrógenos y progesterona?

Figura 29
Serie de gráficos de niveles de progesterona y estrógenos





Documento 2

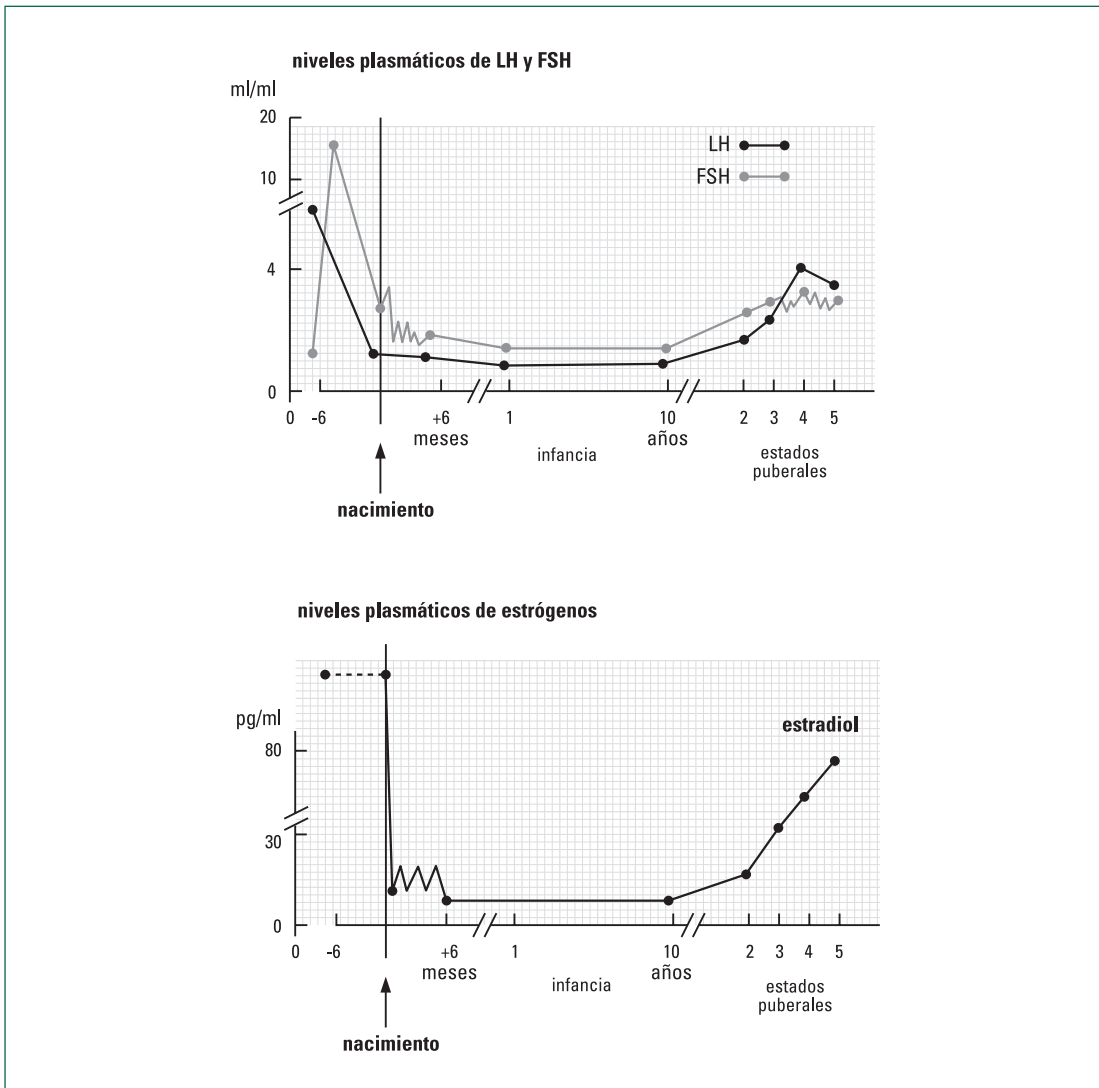


Document 3

Ejemplo B Los cambios morfológicos y fisiológicos de la pubertad son progresivos. Ocurren en promedio durante 3 a 4 años. En este período los órganos genitales y el organismo entero se transforman. Los gráficos que se presentan a continuación muestran los cambios prepuberales y puberales de los niveles plasmáticos de FSH y LH y de estrógenos en una niña joven (valores promedios).

1. Analice los gráficos y describa lo que ocurre antes del nacimiento, durante la infancia y al principio de la pubertad.
2. ¿Qué relación establecería usted entre estos gráficos y las modificaciones morfológicas y fisiológicas de la pubertad?




Figura 30
Niveles plasmáticos de FSH, LH y estrógenos



Ejemplo C Cuando por razones médicas a una mujer se le extirpan los ovarios, el ciclo menstrual se detiene (ausencia total de menstruaciones). Experiencias como las resumidas en la tabla siguiente permitieron a los científicos comprender las relaciones existentes entre los ovarios y el útero.

- 1) Indique qué fenómeno marca la detención de los ciclos menstruales.
- 2) Explique por qué las inyecciones de extractos ováricos restablecen en las ratas ovariectomizadas el desarrollo de la mucosa uterina. ¿Por qué en este caso no hay variaciones cíclicas?
- 3) ¿Cuál es el interés científico de un experimento de extirpación de un órgano seguido de un trasplante del mismo órgano en el mismo animal?
- 4) Explique por qué este tipo de experimentos permite aproximarse al concepto de hormona.

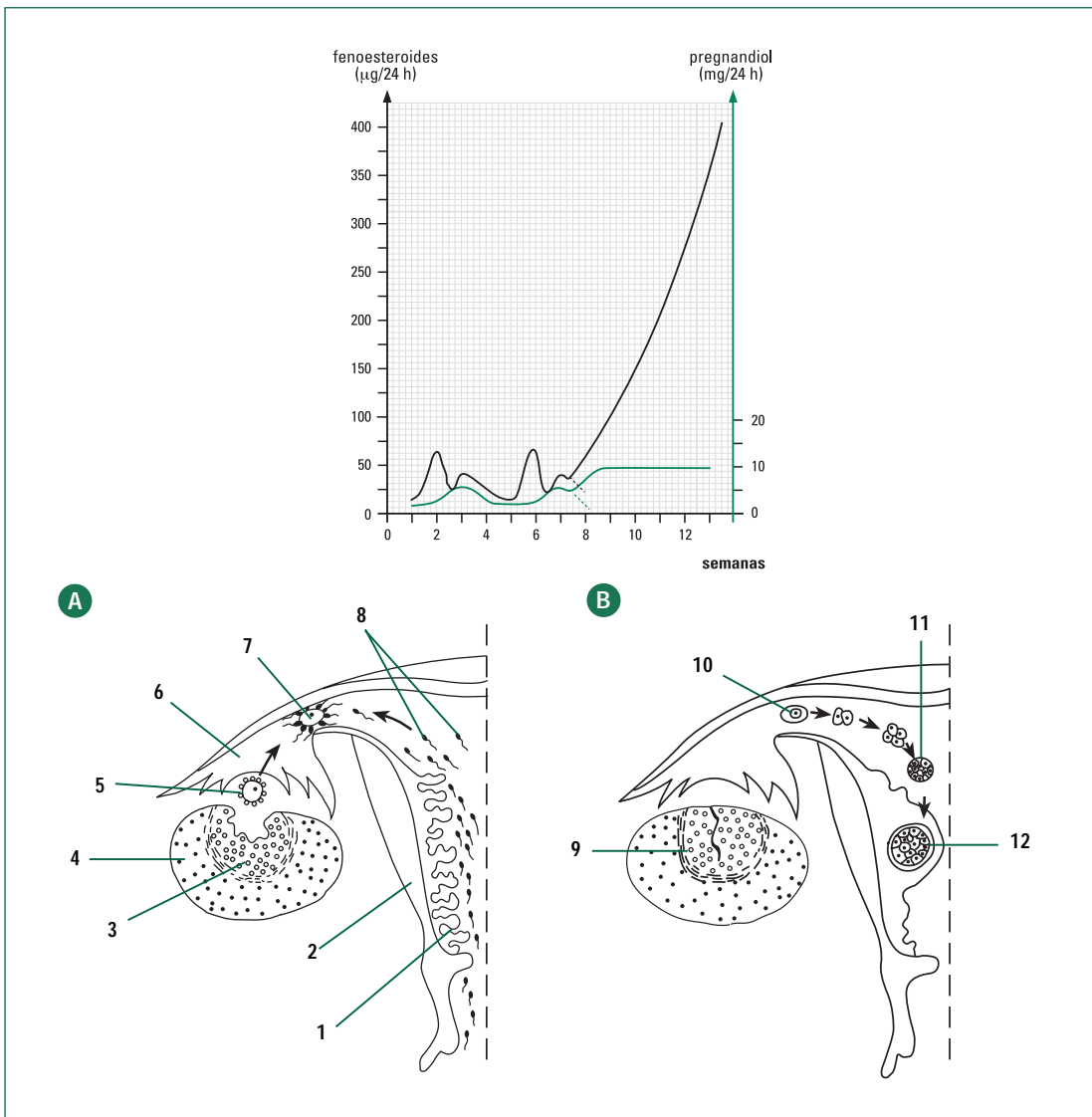
Figura 31
Tabla experimental de ablación y reimplantación de ovarios en ratas

	Rata control	Ratas experimentales	
Condición experimental	<p>Experimento 1</p> 	<p>Experimento 2</p>  <p>Ovarios retirados</p>	 <p>Ovarios retirados y reimplantados ectópicamente semanas después</p>
Resultados registrados sobre la mucosa uterina	Desarrollo cíclico normal	No hay desarrollo	Desarrollo cíclico normal

Ejemplo D Para los biólogos, la orina constituye un medio que refleja las numerosas actividades endocrinas del organismo. Los estrógenos son eliminados como fenosteroides y la progesterona como pregnandiol. El siguiente gráfico muestra las mediciones de concentraciones de residuos hormonales en la orina de una mujer, realizada a intervalos regulares de tiempo.

- 1) Describa e interprete las variaciones observadas en el gráfico.
- 2) Rotule los esquemas A y B.
- 3) Sitúe cronológicamente en el gráfico los fenómenos representados en los dibujos A y B.

Figura 32
Concentraciones de residuos hormonales en la orina de una mujer



Ejemplos de evaluación de la Unidad 3: Herencia y variabilidad

Objetivo de evaluación 1

Verificar conocimientos definiendo conceptos.

Ejemplo Defina en 2 líneas los siguientes conceptos:

- a) genotipo
- b) fenotipo
- c) alelo
- d) alelo recesivo
- e) clon

Objetivo de evaluación 2

Aplicar conocimientos para resolver problemas genéticos simples.

Ejemplo A En una caja se coloca una pareja de ratas: el pelaje de la hembra es negro y del macho es blanco. En una segunda caja, se coloca otra pareja que tiene los mismos fenotipos (hembra negra, macho blanco). Luego de algunas semanas después del apareamiento se observan en la primera caja 12 ratas negras y 10 blancas y en la segunda caja 35 ratas negras.

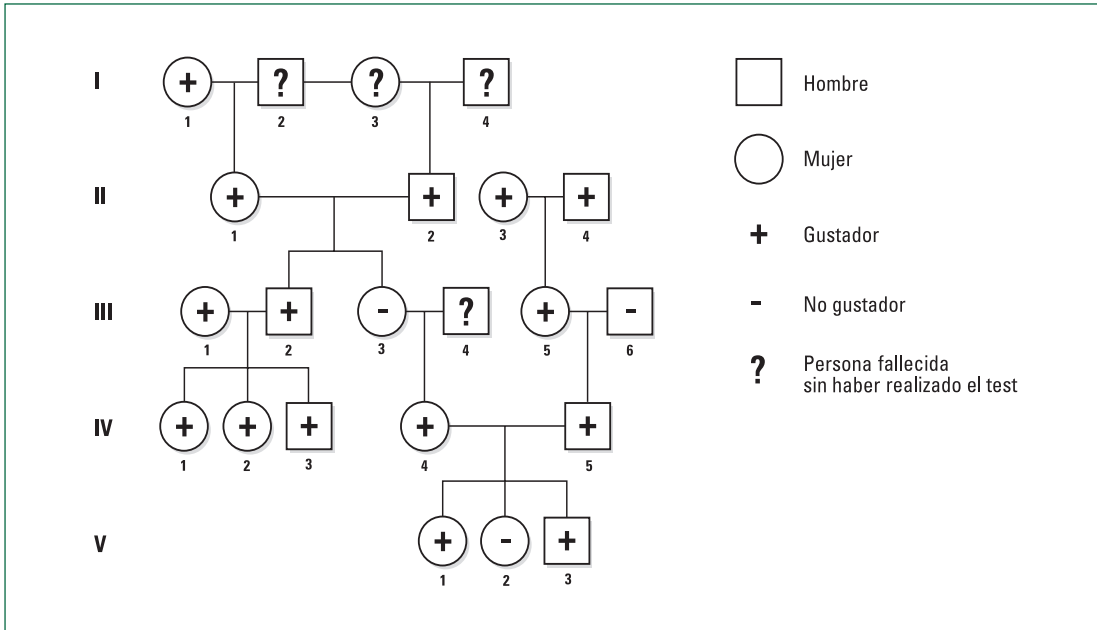
- 1) ¿Cuál es el genotipo de los progenitores de cada una de las cajas?
- 2) ¿Qué puede concluir usted sobre la transmisión del carácter "color del pelaje" de estas ratas?

Ejemplo B Preparando la feniltiocarbamida (PTC) el químico Fox se dio cuenta que ciertas personas sentían un sabor amargo al degustar esta sustancia mientras que él mismo no sentía nada. Investigadores mostraron que el número de personas sensibles ("gustadoras") era superior a las personas insensibles ("no gustadoras") y que dos progenitores insensibles al PTC podían tener hijos "gustadores."

A partir del análisis del siguiente árbol genealógico, conteste las siguientes preguntas:

- 1) La aptitud para sentir el PTC ¿corresponde a un carácter hereditario dominante o recesivo?
- 2) La transmisión del carácter, ¿tiene alguna relación con el sexo del individuo?

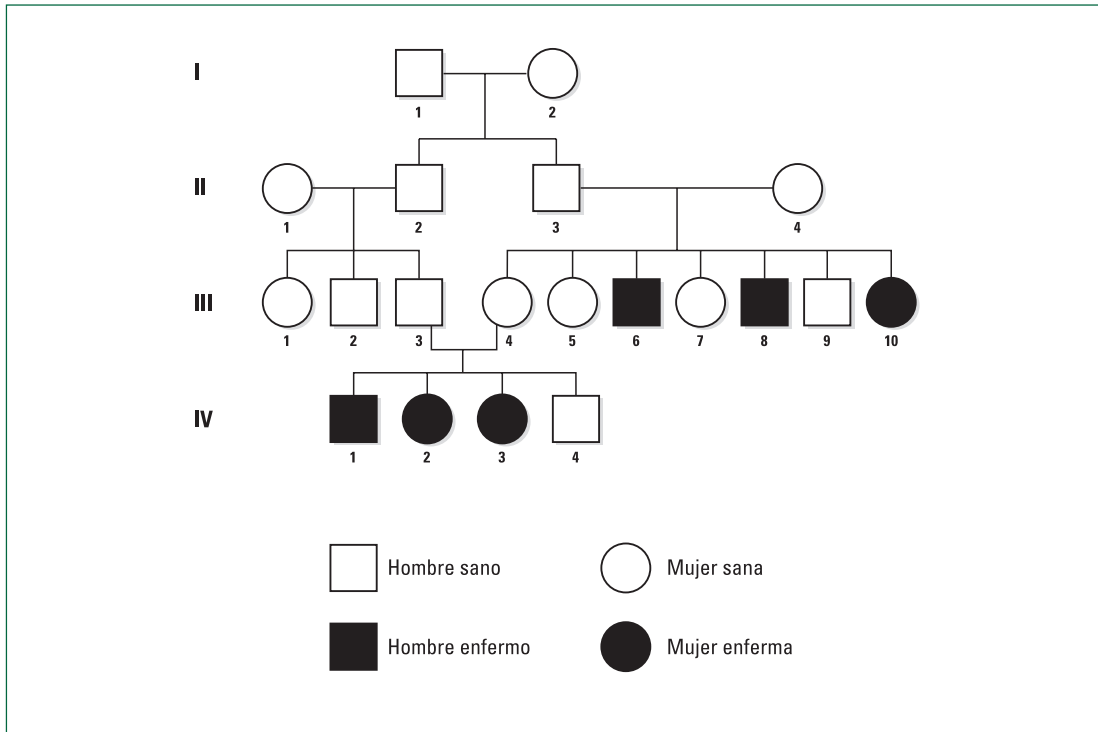
Figura 33
Árbol genealógico de PTC



Ejemplo C La figura siguiente representa un árbol genealógico de una familia en la que ciertos individuos tienen una enfermedad hereditaria llamada fenilcetonuria, que consiste en una perturbación del metabolismo del aminoácido fenilalanina. Esta es causada por una mutación que afecta al gen responsable de la síntesis de la enzima (fenilalanina hidroxilasa) que transforma este aminoácido en tirosina. La acumulación en el organismo de fenilalanina provoca graves perturbaciones psicomotoras.

- 1) Indique el modo de transmisión de esta enfermedad (recesiva o dominante). Justifique su elección.
- 2) El gen responsable de esta enfermedad, ¿se ubica en el cromosoma sexual X o en un cromosoma autosómico?

Figura 34
Arbol genealógico de fenilcetonuria



Ejemplos de evaluación de la Unidad 4: Biología humana y salud

Objetivo de evaluación 1

Verificar conocimientos definiendo conceptos.

- Ejemplo Defina los siguientes conceptos:
- 1) Mutación génica.
 - 2) Enfermedad de transmisión sexual.
 - 3) Enfermedad hereditaria recesiva.

Objetivo de evaluación 2

Aplicar conocimientos y utilizar lenguaje científico para describir, argumentar y explicar un hecho.

- Ejemplo A Explique brevemente el significado de la frase “el cáncer es una enfermedad en la que se alteran ciertos genes.”
- Ejemplo B Dé ejemplos de mecanismos que alteran el control hormonal, tomando en cuenta sus conocimientos sobre las hormonas y sus efectos.
- Ejemplo C Formule una opinión que justifique la importancia crucial de la prevención en la transmisión de enfermedades sexuales.

Ejemplos de evaluación de la Unidad 5: Organismo y ambiente

Objetivo de evaluación 1

Verificar conocimientos.

Ejemplo Anote junto a cada efecto la causa humana que con mayor probabilidad causó el efecto dañino para la biodiversidad.

Efecto dañino para la biodiversidad	Causa humana más probable
Suelos con pérdida de la capacidad de retener agua.	
Aves con su ciclo reproductor alterado.	
Plantas con capacidad fotosintética disminuida.	
Algas con capacidad fotosintética disminuida.	
Notoria disminución de ejemplares de locos adultos.	

Objetivo de evaluación 2

Aplicar conocimientos.

Ejemplo Anote en la siguiente tabla los datos que se solicitan respecto a recursos naturales, indicando con una X si son nacionales o de la región a la que usted pertenece.

Nombre del recurso	Clasificación del recurso			Nacional	Regional
	Renovable	No renovable	Inagotable		
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Anexo 1: Orientaciones metodológicas

I. Cómo realizar un informe de investigación bibliográfica

Para realizar un informe de investigación bibliográfica se debe reunir toda la información posible sobre un tema en particular y luego organizarla de manera que el conjunto resulte coherente, para ser presentado en forma oral o en un panel. Las siguientes son ejemplo de las etapas que pueden seguirse:

Reflexionar sobre el tema en el cual se quiere trabajar

Es importante que primero se oriente la búsqueda hacia la información directamente relacionada con el tema, por ejemplo, mirando en el diccionario el sentido de algunas palabras o discutiendo sobre el tema con amigos, profesores o parientes. Debe evitarse empezar de inmediato a revisar documentos sin tener claro lo que se busca.

¿Dónde encontrar la información?

La información se encontrará, principalmente, en la biblioteca del liceo (o en otra biblioteca de fácil acceso indicada por el profesor o profesora) o en otras fuentes. Para iniciar la búsqueda:

1. Consulte a la persona responsable de la biblioteca.
2. Consulte los ficheros, por tema, orden alfabético y por materia.
3. Consulte a personas de su entorno cercano que pudieran conocer sobre el tema y recomendarle ciertas lecturas (artículos de revistas, atlas, diarios...) o visitas (biblioteca municipal, museo, laboratorio, universidad, instituto, empresa...)
4. Consulte ENLACES.

¿Qué fuentes consultar?

Enciclopedias, diccionarios, CD Rom, manuales, libros especializados, revistas, diarios, informes especializados editados por laboratorios, diapositivas, videos y todo el material al que la red de ENLACES le permita acceder.

¿Cómo elaborar el informe?

- Verifique que todos los documentos reunidos correspondan o sean coherentes con la idea que quiere desarrollar.
- Haga un plan de su informe una vez que tenga todo el material recopilado. Por ejemplo, puede organizar sus documentos identificando y clasificando los que definen el tema, los que lo sitúan en algún lugar geográfico, los que lo analizan o critican, etc.
- Para la incorporación de los documentos en el informe trate de limitar la extensión de los textos, destacar las frases más relevantes usando destacador de color, privilegiar las ilustraciones, alternar dibujos, esquemas, gráficos, tablas y fotografías.

¿Cómo presentar el informe?

- Presente el informe dentro de un carpeta escribiendo un título, su nombre y la fecha. (Trate de que el título sea atractivo).
- Realice un índice que facilite la lectura.
- Redacte una introducción que plantee la problemática de su trabajo por medio de preguntas o datos curiosos que atraigan la atención e inviten a la lectura del informe. La introducción no deberá sobrepasar diez líneas.
- En el desarrollo del informe inserte los documentos numerándolos e indicando su fuente, identificándolos con un título claro, y destacándolos con un breve comentario o crítica si es que existen.
- Al final del informe incluya una breve conclusión con las ideas principales y esenciales que surgieron del trabajo.
- Incluya también una bibliografía que presente los textos o medios consultados para la confección del informe.
- Finalmente puede agregar, si es necesario, un agradecimiento a alguna persona o institución que lo haya ayudado especialmente, ya sea orientándolo o aportándole información y material, o en la escritura de su informe.

II. Cómo construir un gráfico e interpretarlo

Un gráfico permite visualizar las variaciones de un cierto parámetro en función de las variaciones de otro parámetro, que cambia en forma natural (como por ejemplo la edad) o de manera determinada por el experimentador (por ejemplo, la concentración de un fármaco).

1. Etapas en la construcción de una curva

a) Comprender lo que se quiere representar gráficamente.

- Identificar primero el parámetro que varía de manera natural, o que se hace variar en forma artificial, pero que es elegido por el observador, que en el caso del ejemplo sería la edad.
- Identificar el parámetro que es medido, que en el ejemplo sería el peso.

Tabla de crecimiento de un ratón a partir de su nacimiento

Peso en gramos	20	30	75	135	205	260
Edad en semanas	0	2	4	6	8	10

b) Dibujar los ejes de representación.

- Trazar dos ejes con flechas perpendiculares. La abscisa (eje horizontal) representará el valor de la variable fijada por el observador, mientras que la ordenada (eje vertical) contiene los valores del factor o parámetro en estudio.

- Escribir en cada eje un título que corresponda al tipo de valores representados, precisando la unidad utilizada. Se puede ayudar tomando en cuenta el título de la curva: variación de... (lo que está en la ordenada) en función de... (lo que está en abscisa).
- Graduar los ejes, escogiendo una escala para que considere los valores mínimos y máximos de cada parámetro.

c) Poner sobre el gráfico los puntos que representan los valores de la variable observada.

- Poner el valor de cada punto en la abscisa y luego trazar suavemente, con lápiz de mina, una recta vertical discontinua que pase por ese valor.
- Poner el valor correspondiente sobre el eje de las ordenadas y trazar una recta horizontal discontinua que pase por ese punto.
- Marcar con una cruz el punto de intersección de cada recta.

d) Trazar la curva.

- Unir las cruces utilizando lápiz y regla.
- Borrar las rectas discontinuas.
- Escribir un título para la curva.

2. Etapas en la interpretación de una curva

- Elaborar el título del gráfico y expresarlo como la variación de un parámetro (ordenada) en función de lo que se hace variar o lo que varía naturalmente (abscisa).
- Ubicar las unidades escogidas.
- Ubicar valores particulares o importantes en la curva, por ejemplo, la zona donde ésta cambia o donde alcanza los valores máximos y mínimos; estudiar cada sector definiendo si la curva aumentó, disminuyó o se mantuvo constante en función de las condiciones experimentales; determinar en términos generales la variación del parámetro estudiado en función de las condiciones experimentales.
- Utilizando los conocimientos previos y usando la lógica, proponer una explicación de las variaciones observadas en la curva del gráfico.

3. Cómo realizar un croquis y un esquema funcional a partir de una observación

Un croquis no es ni un dibujo ni un esquema, sino una representación gráfica simplificada pero similar a una observación, por lo tanto respeta la forma y las proporciones. Su objetivo es mostrar las características generales de lo observado sin entrar en detalles. Una vez realizado el croquis, éste se puede transformar en un esquema funcional, que tiene por objetivo mostrar el funcionamiento de algo, por ejemplo, de un órgano o un aparato.

3.1 Pasos a seguir para realizar un croquis a partir de una observación.

a. Realizar una observación general

Hacer una observación del conjunto del elemento en estudio con el objetivo de comprender su organización general. Posteriormente se seleccionan los detalles o informaciones esenciales.

b. Realizar el croquis

- Trazar con lápiz a mina el contorno del objeto observado cuidando de respetar las proporciones.
- Realizar un croquis suficientemente grande y situarlo en el centro de la página.
- Precisar, achurando, coloreando con gris o marcando con puntitos, las diferentes partes identificadas en el objeto.
- El trazo debe ser fino y preciso y no se deben destacar ni volúmenes ni sombras.

c. Rotular

- Para rotular correctamente el croquis se debe trazar una raya vertical fina a un centímetro del borde del croquis sobre todo su largo para alinear los rótulos.
- Trazar a partir de cada zona del croquis una raya horizontal que llegue hasta la raya vertical.
- Escribir en el extremo de la raya horizontal el nombre respectivo sin precederlo de artículo.
- Las rayas no deben cruzarse, las rotulaciones deben estar equilibradas si son muy numerosas (igual número hacia la derecha y hacia la izquierda).
- Por último, se deberá poner un título al croquis en letras mayúsculas, precisando la naturaleza del objeto observado (a la lupa, al microscopio, etc.) y el aumento.

3.2. Pasos a seguir para transformar un croquis en esquema funcional*a. Entender la función que se quiere esquematizar.*

- Ubicar en el croquis los elementos esenciales y las relaciones entre ellos.

b. Realizar el esquema.

- Escoger una forma simplificada para cada órgano.
- Dibujar el esquema dejando de lado los detalles.

c. Dar funcionalidad al esquema.

- Agregar flechas que indiquen, por ejemplo, la dirección de un movimiento o de un trayecto.
- Agregar rotulaciones explicativas. (Por ejemplo, el estado en que se presenta un elemento).
- Agregar un título funcional. (Por ejemplo: intercambio gaseoso entre O₂ y CO₂ a nivel alveolar.)

4. Recomendaciones para la evaluación de una disertación grupal

Para calificar un trabajo de disertación grupal se sugiere presentar previamente al curso una pauta de evaluación como la siguiente:

Nombre	alumno 1	alumno 2	alumno 3	alumno 4	alumno 5
Presenta y utiliza dibujos de apoyo					
Relata y explica o lee sus apuntes					
Es capaz de graduar la complejidad del tema (muy simple o complejo)					
Durante la disertación de sus compañeros, aporta o desanima?					

4.1. Recomendaciones generales para la enseñanza.

Para lograr un aprendizaje significativo en los alumnos y alumnas se recomienda lo siguiente:

- Seleccionar actividades variadas que permitan establecer relaciones con el conocimiento ya adquirido y el conocimiento nuevo.
- Diseñar tareas para el aprendizaje que estén conectadas con el mundo cotidiano.
- Centrar el aprendizaje en ideas y temas claves.
- Partir del conocimiento previo que traen los alumnos y alumnas y conectarlo con los nuevos conocimientos.
- Interactuar con el curso a través de preguntas que posibiliten ampliar un área nueva de estudio, entregando contenidos mediante el ejercicio de habilidades de informarse y razonar.
- Revisar la información que se conoce o que es de fácil comprensión y ampliarla mediante comparaciones, análisis, formación de relaciones y la prueba de estas ideas.
- Evaluar las ideas, los resultados y los procedimientos.

4.2. Recomendaciones generales para la evaluación.

La evaluación debe ser:

1. Válida, medir lo que realmente se quiere medir. Se recomienda seguir la pauta de evaluación ya presentada.
2. Confiable, es decir, que al aplicarse a otros alumnos o alumnas entregue resultados similares.
3. Continuada y sistemática, para lograr la retroalimentación inmediata, cuando se detecta debilidad en el aprendizaje.

Es importante evaluar el trabajo realizado en clases, valorando el esfuerzo y los procedimientos utilizados. En el trabajo de laboratorio, el profesor o profesora debe prestar atención a la responsabilidad que asume el alumno o alumna ante el trabajo en grupo, la solidaridad, las relaciones con sus otros compañeros de grupo, el cuidado de los materiales, el aporte de ideas para solucionar los problemas emergentes.

Anexo 2: Enseñando ciencia

1. Conocer científicamente

La actividad de conocer científicamente puede esquematizarse de la siguiente manera:

- a) Descripción del o los fenómenos a explicar.
- b) Proponer una hipótesis explicativa. Sistema de conceptos capaz de explicar el fenómeno en observación.
- c) Deducción de otros fenómenos a partir de la hipótesis explicativa.
- d) Observación de los fenómenos deducidos, distinguiendo las evidencias que apoyan o refutan la hipótesis.

Estas etapas no se dan necesariamente en el orden expuesto pero siempre están presentes (Adaptado de: H. Maturana y F. Varela. El árbol del Conocimiento).

Un conocimiento o hipótesis es considerado científico si tiene como característica la posibilidad de ser refutado por la experiencia a través de observaciones y experimentación. Si no admite esta posibilidad no puede considerarse un conocimiento empírico o científico.

2. Actitud científica

Como parte de una actitud científica se pueden considerar los siguientes aspectos:

1. Capacidad de observación e interés en someter a prueba sus opiniones y creencias, mostrando disposición a cambiar de opinión sobre la base de nuevas evidencias.
2. Tendencia a buscar explicaciones válidas y completas, sin prejuicios.
3. Tener conceptos sobre relaciones de causa y efecto.
4. Hacerse el hábito de basar sus juicios en hechos.
5. Tener la capacidad de distinguir entre hechos y teorías.

3. Guía para diseñar actividades de indagación científica

a. Propósito de la indagación científica como estrategia multifacética de aprendizaje.

En cada nivel y en cada dominio de la ciencia, los estudiantes deben tener la oportunidad de utilizar la indagación científica y desarrollar la capacidad de pensar y actuar de manera acorde con la indagación. Esto incluye la formulación de preguntas, planificación y conducción de investigaciones, la utilización de herramientas y técnicas apropiadas para coleccionar datos, pensamiento lógico y crítico acerca de las relaciones entre evidencia y explicación, construcción y análisis de explicaciones alternativas, y comunicación de argumentos científicos. En estas actividades tendrán la oportunidad para moldear sus experiencias acerca de la práctica de la ciencia y las reglas del pensamiento y conocimiento científico.

Involucrar a alumnas y alumnos en procesos de indagación ayuda a desarrollar:

1. El entendimiento de los conceptos científicos.
2. Una apreciación de cómo conocemos y qué conocemos en ciencia.
3. Entendimiento sobre la naturaleza de la ciencia.
4. Habilidades para llegar a ser inquisidores independientes acerca del mundo natural.
5. Disposiciones para utilizar las habilidades, capacidades y actitudes asociadas con la ciencia.

Durante las actividades de indagación los estudiantes interactúan con sus docentes y sus pares. Establecen conexiones entre los temas científicos que están tratando y aprendiendo y el conocimiento científico que encuentran en diversas fuentes. Aplican contenido científico a nuevas cuestiones o preguntas, se involucran en la búsqueda de solución a problemas, en la planificación, toma de decisiones y discusiones grupales. Los estudiantes tendrán la oportunidad de comprometerse en procesos de investigación o indagación completa o parcialmente, partiendo de cuestiones de interés e importancia para ellos.

En una indagación completa, luego de la fase de formulación de una pregunta clara, guiados por el docente, diseñarán una investigación, buscarán y recolectarán evidencias, propondrán una respuesta a la pregunta original, y comunicarán tanto el proceso que siguieron como los resultados de la investigación. En un proceso de indagación parcial, se ejercitarán en cualquiera de estas etapas y aspectos. Por ejemplo, en la definición de preguntas o de un problema de interés, en la descripción de cómo realizarían la investigación, en el desarrollo de explicaciones en base a información científica y a evidencias provistas por el docente durante la clase. Las preguntas pueden ser contestadas y las explicaciones probadas, ya sea mediante montajes experimentales, recolección de datos atinentes o una investigación bibliográfica. El programa tiene diversos aspectos y ejemplos que se prestan a estas prácticas.

En todas las etapas de la indagación el docente guiará, enfocará, desafiará y estimulará a los alumnos y alumnas. Es importante que se cuestione y desafíe las creencias populares del alumnado ofreciéndoles explicaciones con base científica como alternativas. En las discusiones abiertas o en la búsqueda de explicación a las observaciones el profesor o profesora debe intervenir para enfocar las ideas, llamar y mantener la atención sobre el tópico en cuestión, y desafiar a los estudiantes a que formulen nuevas explicaciones, para asegurar que la experiencia llegue a producir entendimiento sobre la materia. Una intervención prematura los priva de las oportunidades de confrontar los problemas y encontrar las soluciones. A su vez, una intervención demasiado tardía tiene el riesgo de frustrar a los estudiantes.

Los alumnos y alumnas deben planear y hacer presentaciones al resto de la clase acerca de su trabajo, decidiendo ellos mismos la manera de organizar y presentar los datos. Deben explicar y justificar su trabajo a sí mismos y a otros como un medio para desarrollar una actitud científica, al ejercitar la capacidad de poner a prueba la validez del conocimiento que han producido en sus búsquedas e indagaciones, y de aceptar y reaccionar positivamente a las críticas constructivas de los demás. Con el conjunto de estas prácticas, que se repetirán en los próximos años, se irá moldeando un entendimiento de lo que es una indagación científica.

b. Indicaciones generales sobre una indagación científica.

- Los estudiantes deben primero establecer y luego refinar los métodos, materiales y datos que coleccionarán.
- Debe motivarse y estimularse a los estudiantes a repetir los procedimientos de colección de datos y a compartir información y datos entre grupos.

- Los estudiantes producirán reportes orales o escritos que presenten los resultados de sus indagaciones. Estos reportes y discusiones deben ser frecuentes.
- Debe evitarse un enfoque rígido a la investigación e indagación científica, como la de abocarse a un cierto “método científico”.
- No debe intentarse que los estudiantes memoricen las habilidades y los entendimientos que da la investigación científica. Estas habilidades y formas de comprender el mundo se logran sólo involucrando a los alumnos y alumnas en frecuentes actividades de indagación.

c. Definiendo las preguntas en una indagación científica.

Antes de desarrollar actividades de investigación, alumnas y alumnos deben ser instruidos y guiados para que puedan identificar, dar forma y entender la pregunta que estará bajo investigación o indagación. Esto incluye que sepan claramente lo siguiente:

- 1) cuál es la pregunta que se está haciendo;
- 2) cuál es el conocimiento que sirve de base y de marco para esa pregunta;
- 3) qué es lo que tendrán que hacer para contestar la pregunta.

Preguntas para ayudar a enfocar una investigación:

- ¿Qué es lo que queremos saber o explicar acerca de.....?
- ¿Qué tipo de observaciones serían las más adecuadas y cómo podríamos hacerlas?
- ¿Es esta la mejor manera de contestar nuestras preguntas?
- Si hacemos esto, ¿qué esperamos que ocurra?

Preguntas que deben hacerse y ser contestadas durante la investigación:

- ¿Qué datos responderán la pregunta?
- ¿Cuáles son las mejores observaciones y mediciones que se deben hacer?

Preguntas que deben hacerse para centrar las discusiones:

- ¿Cómo organizaremos los datos para presentar la más clara respuesta a nuestra pregunta?
- ¿Cómo debemos organizar la evidencia para presentar la más fuerte explicación?

d. Habilidades necesarias para realizar una indagación científica.

Identificación de preguntas que pueden ser contestadas mediante la investigación científica.

Los estudiantes deben desarrollar la habilidad de refinar y re-enfocar preguntas muy amplias o mal definidas. Esta habilidad compromete la capacidad de clarificar preguntas e indagaciones y de dirigir las hacia objetos o fenómenos que, en este caso, pueden ser descritos, explicados, o predichos por investigaciones científicas. Los estudiantes deben desarrollar la habilidad de identificar sus preguntas con las ideas y conceptos científicos, y con las relaciones cuantitativas que guían su investigación.

Diseñar y conducir una investigación científica.

Los estudiantes deben desarrollar habilidades generales, tales como la observación sistemática, la medición adecuada, la identificación y control de variables. También deben desarrollar la habilidad de aclarar las ideas que guiarán e influenciarán su investigación. Deben entender cómo se comparan esas ideas con el conocimiento científico sobre el tema. Deben aprender a formular preguntas, diseñar

investigaciones, ejecutar investigaciones, interpretar datos, utilizar evidencia para generar explicaciones, proponer explicaciones alternativas, y criticar explicaciones y procedimientos.

Utilizar herramientas y técnicas adecuadas para recolectar, analizar, e interpretar datos.

El uso de técnicas y herramientas, incluyendo las matemáticas, serán elegidas de acuerdo con el tipo de pregunta que se pretende contestar y con el diseño experimental. Deben utilizar recursos computacionales para coleccionar, resumir y presentar evidencia. Deben saber acceder, agrupar, guardar, recuperar, y organizar datos utilizando programas computacionales diseñados para estos fines.

Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y modelos basados en evidencias.

Deben aprender a basar sus explicaciones en lo que observan. A medida que desarrollan habilidades cognitivas deben ser capaces de diferenciar la explicación de la descripción, estableciendo las causas para ciertos efectos y las relaciones basadas en evidencias o argumentos lógicos.

Pensamiento crítico y lógico para hacer relaciones entre evidencia y explicación.

Pensar críticamente acerca de evidencia incluye decidir qué evidencia debe ser utilizada y dar cuenta de datos anómalos. Los estudiantes deben ser capaces de revisar datos a partir de experimentos simples, resumir los datos, y formular un argumento lógico acerca de las relaciones causa-efecto en el experimento. Deben comenzar a establecer explicaciones que relacionen dos o más variables.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas y predicciones.

Deben desarrollar la capacidad de escuchar y respetar las explicaciones de otros estudiantes. Deben permanecer abiertos a otras ideas y explicaciones, darles crédito y reconocimiento, ser capaces de aceptar el escepticismo de los demás y considerar explicaciones alternativas.

Comunicación de procedimientos y explicaciones científicas.

Deben llegar a ser competentes en la comunicación de los métodos científicos, el seguimiento de instrucciones, la descripción de observaciones, resumir los resultados de otros grupos, relatar a otros estudiantes las investigaciones y explicaciones.

Utilizar matemáticas en todos los aspectos de la indagación científica.

Comprender que las matemáticas son esenciales en la formulación y respuesta a preguntas acerca del mundo natural. Pueden utilizarse para hacer preguntas, agrupar, organizar, y presentar datos; y para estructurar explicaciones convincentes.

e. Entendiendo el significado de la indagación científica.

Las siguientes consideraciones ayudarán a guiar al alumnado en sus actividades y a responder sus preguntas a lo largo de toda la enseñanza, de manera que puedan efectivamente forjarse una idea definida de lo que es la ciencia y la indagación científica:

- Diferentes tipos de preguntas llevan a diferentes tipos de investigación científica. Algunas investigaciones involucran la observación y descripción de objetos, organismos, o eventos mientras que otras involucran la recolección de especímenes. Algunas requieren experimentos y otras la búsqueda de mayor información. Algunas llevan al descubrimiento de nuevos objetos y fenómenos, otras involucran la construcción de modelos.

- El conocimiento científico y el entendimiento son las guías de la investigación científica. Diferentes áreas de la ciencia emplean diferentes métodos, teorías centrales y estándares para avanzar en el conocimiento y entendimiento científico.
- Las matemáticas son importantes en todos los aspectos de la indagación científica.
- La tecnología utilizada para recolectar datos aumenta la seguridad y precisión y permite a los científicos analizar y cuantificar los resultados de las investigaciones.
- Las explicaciones científicas enfatizan la evidencia, utilizan argumentos con consistencia lógica y principios científicos, modelos y teorías. La comunidad científica acepta y utiliza tales explicaciones hasta que sean desplazadas por otras científicamente más adecuadas o mejores.
- La ciencia avanza en base al escepticismo. Parte de la indagación científica es cuestionar las explicaciones de otros científicos y hacerles preguntas inquisitivas. Los científicos evalúan las explicaciones propuestas por otros científicos examinando la evidencia, comparando evidencias, identificando fallas en el razonamiento, sugiriendo proposiciones que están más allá de las evidencias, y sugiriendo explicaciones alternativas para las mismas observaciones.
- Las investigaciones científicas a veces resultan en nuevas ideas y fenómenos para estudiar, generan nuevos métodos o procedimientos de investigación, o desarrollan nuevas tecnologías que mejoran la recolección de datos. Todos estos resultados pueden llevar a nuevas investigaciones.

** Texto adaptado de: National Academy of Sciences, U. 1996. National Science Education Standards. N. A. Press, editor.*

Anexo 3: Temas de interés

1. Control hormonal del embarazo y el parto

En los últimos años se han realizado grandes progresos para entender el mecanismo que determina el momento del parto. Esto requiere una coordinación entre el desarrollo fetal y el inicio del trabajo de parto, para asegurar que el organismo del infante al nacer esté preparado para la vida extrauterina, especialmente respecto de sus posibilidades de respirar.

Durante toda la gestación el útero es una bolsa relajada de células musculares lisas relativamente desconectadas funcionalmente unas de otras. Esta bolsa está sellada en su base por un anillo fuertemente cerrado, el cuello uterino, que se mantiene firme e inflexible por fuertes fibras de colágeno. Estas características estructurales son mantenidas por la progesterona, una hormona esteroidea que la placenta fabrica y secreta a la sangre materna desde temprano en el embarazo. Sin embargo, la placenta también produce y vierte a la sangre estrógeno, una hormona que se opone a los efectos de la progesterona, promoviendo en cambio la contractilidad del músculo uterino. Al principio, los niveles de estrógeno son relativamente bajos pero van aumentando conforme progresa el embarazo. El trabajo de parto comienza cuando el balance de los efectos de la progesterona y el estrógeno se inclina hacia los del estrógeno y empiezan a primar así los estímulos que promueven la contracción. Un hecho notable es que a medida que los niveles maternos de estrógeno suben, las células musculares del útero empiezan a establecer contactos muy íntimos entre ellas, formando pequeños túneles en las superficies de su membrana plasmática que se tocan, de manera que sus citoplasmas quedan conectados directamente a través de esos túneles. Mediante estos contactos se produce una sincronización de su actividad contráctil. La contracción ahora coordinada de estas células musculares lleva a contraerse a todo el útero. El estrógeno también capacita a las células musculares a que respondan a la ocitosina, una hormona que se fabrica en el cerebro y que hace crecer la fuerza de las contracciones uterinas e inducir el trabajo de parto. Pero no sólo eso hace el estrógeno. Además, promueve la producción en la placenta de enzimas que degradan el colágeno del cuello uterino, convirtiendo a esta parte del útero en una estructura maleable que se dilatará progresivamente y que terminará abriéndose por efecto de la presión que ejerce la cabeza del infante durante el trabajo de parto. Mientras ocurren todos estos cambios, otra hormona igualmente importante, el cortisol, empieza a producirse en el feto y asegura que sus pulmones sufrirán los cambios necesarios para la respiración. El cortisol hace que se extraiga agua de los pulmones y les permita inflarse.

La pregunta que queda por explicar es cómo sabe el organismo el momento en que debe producirse el trabajo de parto. La importancia de esta función recae sobre un 'reloj natural', que se establece tempranamente en la placenta y que controla la velocidad de avance del embarazo. Funciona a través de la producción de una hormona liberadora de corticotrofina (CRH) cuya tasa de producción regula el momento del trabajo de parto. Este reloj fue descubierto midiendo las cantidades de esta hormona durante el embarazo de 500 mujeres. La CRH está bien situada en la placenta para coordinar el desarrollo fetal y el trabajo de parto, ya que asegura no sólo que los niveles de estrógeno sean suficientemente elevados para provocar los cambios uterinos ya mencionados, sino también

que la producción de cortisol sea suficiente para capacitar a los pulmones para que cumplan su función después del parto. El feto en un momento de su desarrollo es capaz de responder al CRH y producir un sustrato que servirá para la fabricación de estrógeno, determinando su elevación coordinada con su desarrollo. El CRH también hace que el feto produzca el cortisol necesario para la maduración de sus pulmones.

El resultado de estos efectos hormonales es una estrecha coordinación entre el nivel de desarrollo del feto y la función del útero, aplazando el trabajo de parto para un momento en que el infante ha logrado un desarrollo que lo hace apto para enfrentar el cambio de ambiente sin peligro para su salud y sobrevivencia. La medición de los niveles de CRH en la sangre materna podrían llevar a predecir la ocurrencia de parto prematuro e idear mejores formas de prevenirlo.

Fuente: Smith, R. The Timing of Birth. Scientific American, Vol 280; (marzo) 1999, pg: 50-57.

2. Lactancia

Desventajas y riesgos asociados a la alimentación complementaria demasiado temprana:

- Interferencia con el patrón alimentario del niño al alterar la frecuencia y ritmo de alimentación según libre demanda.
- Disminución de la leche materna por la menor frecuencia de demanda del niño. Riesgo de un inadecuado incremento ponderal.
- Déficit en la ingesta de agua al ingerir menos volumen de leche.
- Depositiones menos fluidas y riesgo de estreñimiento.
- Obstaculización de la absorción del hierro de la leche materna, con el consiguiente riesgo de anemia ferropénica.
- Absorción de moléculas proteicas enteras. Riesgo de alergias.
- Dificultad en la digestión de los almidones (polisacáridos) por falta de amilasa pancreática antes de los 6 meses, con los consiguientes episodios de diarrea y falta de incremento ponderal.
- Mayor riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias por la posibilidad de contaminación de los alimentos e inmadurez del sistema inmunitario.
- Alteración de los patrones funcionales básicos de la orofaringe.
- Disfunción labial y lingual en la deglución y en el cierre bucal.
- Insatisfacción de la necesidad de chupar y riesgo de adquirir hábitos disfuncionales de succión.
- Incorporación prematura de textura y sabores que interfieren con el proceso de discriminación sensorial progresiva.
- Inducción de rechazo a ciertos alimentos por asociación condicionada.
- Regurgitación frecuente por la presencia del reflejo de extrusión.
- Incorporación del hábito de consumo de azúcar (agüitas de hierbas, bebidas, jugos, té).
- Riesgo de caries de biberón por incorporación de azúcar a la leche o alimentos.
- Riesgo de un nuevo embarazo de la madre que no usa otro método de planificación familiar.

Fuente: Comisión Nacional de la Lactancia Materna, Ministerio de Salud de Chile, 1997. Lactancia materna contenidos técnicos para profesionales de la salud, Chile, 230 pp.

3. Cáncer

A. QUÉ ES EL CÁNCER

El cáncer es el peor destructor de vidas que ha enfrentado la humanidad. El término se refiere a más de cien formas de la enfermedad, ya que, prácticamente todos los tejidos del organismo pueden alojar un cáncer e incluso algunos tejidos pueden dar origen a varios tipos de cáncer, cada uno con características propias. Sin embargo, el proceso básico que lleva al desarrollo de los más diversos tumores es bastante similar. Por lo tanto, es posible referirse a la enfermedad sólo como cáncer.

Uno de los logros de la ciencia contemporánea ha sido llegar a explicar cómo puede producirse y cuáles son los factores que aumentan el riesgo de desarrollar la enfermedad. Ya no es un misterio cómo se desarrolla un cáncer gracias a los progresos impresionantes que han realizado los científicos durante las dos últimas décadas. En este corto tiempo, se han logrado identificar las bases moleculares más profundas del proceso, sobre las cuales se están fundando los nuevos principios y estrategias de tratamiento. Hoy sabemos que las células normales no se vuelven malignas de repente sino que van acumulando cambios irreversibles en su material genético. Algunas de estas mutaciones estimulan el crecimiento y proliferación celular mientras otras eliminan los frenos moleculares que controlan estos procesos. El cáncer es una enfermedad que tiene un mecanismo con carácter secuencial y, por lo tanto, ofrece múltiples oportunidades para la intervención clínica.

Para entender los principios básicos que gobiernan el desarrollo de cáncer es necesario repasar primero cómo se organizan las células de un organismo para funcionar en conjunto. Nuestro organismo es una comunidad de células donde cada una ocupa un lugar apropiado para realizar sus tareas en beneficio del conjunto. Los 30 trillones de células que componen el organismo sano viven en un condominio complejo e interdependiente, regulándose unas a otras estrictamente su multiplicación o proliferación. Las células normales se reproducen solamente cuando reciben instrucciones para hacerlo de parte de otras células en su vecindad. Esta incesante colaboración asegura que cada tejido mantenga un tamaño y arquitectura apropiada a las necesidades del organismo como un todo. Con la excepción de las células sanguíneas que patrullan el organismo en busca de invasores microbianos, las otras células se quedan normalmente en el tejido donde se originaron. A través de moléculas de su superficie reconocen y se adhieren al sitio donde deben ejercer su función, estableciendo conexiones con otras células y con estructuras propias del tejido. Se mantienen así ancladas en su sitio durante toda su vida. La supervivencia y reproducción celular depende de esta adhesión. Si no hay adhesión, la célula no sólo deja de crecer y dividirse sino que también comete suicidio. Es decir, le ocurren cambios específicos que la llevan a su propia destrucción y muerte, fenómeno llamado muerte celular programada o apoptosis. El suicidio celular por pérdida del anclaje al tejido es uno de los salvavidas de seguridad que mantienen la integridad de los tejidos, cuidando de la invasión de células de otros tejidos. Las células sencillamente no pueden disociarse del tejido que les es propio e invadir otro tejido porque ahí encontrarán señales que gatillan su apoptosis.

Las células cancerosas violan estos esquemas, se hacen indiferentes a los controles de proliferación y siguen su propia agenda de reproducción. Además, poseen otra propiedad aún más insidiosa: la capacidad de migrar fuera del sitio donde se originan e invadir y formar masas tumorales en tejidos

distantes. Las células cancerosas se independizan del requerimiento de anclaje para dividirse y subsistir. El truco que usan para hacer esto no es claro todavía. Esta propiedad de las células cancerosas, de invadir agresivamente otros tejidos, ingresar a la circulación y forman colonias (metástasis) en tejidos distantes del original, es la que hace letal al cáncer. Los tumores compuestos de estas células malignas se hacen cada vez más agresivos con el tiempo y llegan a ser letales cuando provocan destrucción de los tejidos y órganos que se requieren para la sobrevivencia del organismo como un todo. Así, las nuevas colonias celulares y la invasión de tejido normal por células cancerosas es la marca de la malignidad, ya que llegan a múltiples sitios donde la cirugía no puede extirparlas.

Por lo tanto, para hacerse maligna una célula debe hacer algo más que sobreestimar su maquinaria que promueve la proliferación. También debe idear formas de escapar a las señales que sirven de freno a su proliferación y que normalmente son producidas por las células vecinas.

B. BASES GENÉTICAS DEL CÁNCER

Sabemos que todas las células de un tumor descienden de una sola célula ancestral que, en un momento determinado de la vida del organismo, generalmente décadas antes de que el tumor se haga palpable, empezó un programa de reproducción descontrolada e inadecuada. El mayor avance del conocimiento consiste en haber descubierto que a nivel molecular la transformación maligna de una célula consiste en la acumulación de mutaciones en una clase de genes específicos; éstos contienen la clave para entender la raíz de los cánceres humanos.

Los genes están contenidos en la molécula de DNA de los cromosomas que se localizan en el núcleo de la célula. Un gen especifica la secuencia de los aminoácidos en una proteína. La proteína lleva a cabo el trabajo indicado por el gen. Por lo tanto, la mutación en un gen determinado se traduce en un cambio ya sea en la cantidad o en la actividad de una proteína correspondiente al gen mutado. Existen dos clases de genes que juegan un papel principal en el desarrollo del cáncer cuando se alteran. Los proto-oncogenes que promueven el crecimiento y la división celular y los genes llamados supresores de tumores o anti-oncogenes que, por el contrario, inhiben el proceso de proliferación celular. Estos genes en conjunto representan sólo una muy pequeña proporción de todos los genes contenidos en todos los cromosomas (genoma). Sin embargo, colectivamente dan cuenta de la descontrolada proliferación que se observa en los tumores humanos. En su estado normal, estos genes regulan el ciclo de vida de la célula, es decir, la intrincada secuencia de eventos que hacen que la célula primero crezca y luego se divida en dos células hijas.

Cuando se producen mutaciones en los proto-oncogenes, éstos se transforman en oncogenes que, al funcionar mal, producen cáncer porque promueven una exagerada y descontrolada multiplicación celular. En contraste, los genes que normalmente actúan como supresores o inhibidores de la proliferación contribuyen al cáncer cuando se inactivan por alguna mutación. Para que haya cáncer, no basta que se produzcan mutaciones en sólo uno de estos tipos de genes. Se requiere de una media docena o más de estos genes mutados. También se requiere que se alteren otros que regulan la migración celular, promoviendo la invasión de otros tejidos que, como ya mencionamos, es la característica maligna del cáncer.

Con estos antecedentes podemos entender que el cáncer puede aparecer como consecuencia del efecto de sustancias que provocan daño en el material genético y por lo tanto pueden afectar al azar los genes que regulan la proliferación celular y la adhesión de la célula al tejido que le corresponde. Basta que una sola célula se vea afectada profundamente para que aparezca un crecimiento tumoral que luego puede hacerse invasivo si esta célula sigue acumulando mutaciones durante varios años. Otra categoría de agentes cancerígenos no daña directamente el ADN sino que promueve selectivamente el crecimiento de las células tumorales aumentando la posibilidad de que acumulen más mutaciones y se hagan más malignas. De hecho, las células que se dividen más activamente están más proclives a adquirir y heredar mutaciones que las células que se dividen poco o que no se dividen. Esto explica por qué los cánceres se dan más frecuentemente en ciertos tejidos, como intestino y sistema sanguíneo, mientras que es raro en otros, tales como el tejido nervioso.

El carácter secuencial del mecanismo del cáncer nos muestra lo importante que es descubrirlo en sus etapas tempranas cuando no es invasor ni tan maligno. En algunos casos, como el cáncer de mama y de próstata, esto se puede lograr por controles periódicos.

C. FACTORES DE RIESGO Y EPIDEMIOLOGÍA DEL CÁNCER

Aunque el riesgo de desarrollar algunos cánceres ha disminuido en este siglo, la frecuencia de las formas más significativas de la enfermedad ha ido aumentando. La exposición a ciertos factores aumenta el riesgo de desarrollar cáncer. Los cánceres de pulmón, mama, próstata y colon y recto se han hecho más frecuentes en países donde son más comunes los factores de riesgo tales como el tabaquismo, malos hábitos alimenticios y la exposición a químicos dañinos ya sea laborales o ambientales.

Los estudios epidemiológicos en países desarrollados muestran que más de la mitad de los casos de cáncer, tal vez el 60%, se pueden adjudicar a efectos del tabaquismo y la dieta, contribuyendo un 30% cada uno. El tabaquismo causa el 30% de los cánceres más letales. El cáncer provocado por el hábito de fumar no sólo es de pulmón sino que también incluye cáncer de esófago, vejiga y páncreas y tal vez también cáncer gástrico, colon y riñón. El factor más importante es la duración del hábito. Mientras más temprano se empieza el hábito de fumar más sustancialmente se amplifica el riesgo, que puede llegar a ser de 2000% más que la población no fumadora. Es importante también el hecho que la exposición secundaria, es decir el ambiente de fumadores, también tiene riesgo de cáncer, aunque menor que el consumo directo.

Sólo la dieta es rival del tabaquismo como causa de cáncer. En general aumenta el riesgo de cáncer el consumo de grasas animales y en particular de carnes rojas. Ambos están fuertemente ligados al desarrollo de cáncer de colon y recto. Las grasas animales (saturadas) también parecen asociadas al cáncer de próstata. Entre los aditivos no nutrientes, sólo la sal aparece como un significativo factor de riesgo de cáncer, especialmente de cáncer de estómago. El café no se asocia al cáncer. En cambio, hay también factores dietéticos que protegen del cáncer. Entre éstos están el consumo habitual de vegetales y de frutas. Como los alimentos contienen miles de sustancias químicas distintas, permanece sin saberse con claridad cuáles son cruciales o en qué combinaciones son más potentes como

bloqueadores del cáncer. Otro factor protector es el ejercicio practicado habitualmente durante toda la vida. La sobrealimentación, acompañada de falta de ejercicio durante el crecimiento, se ha asociado a cáncer de mama. Esto parece deberse a que se estimula un crecimiento exagerado y un comienzo prematuro de la menstruación. La menstruación temprana es un factor de riesgo mayor de cáncer de mama. La obesidad en la edad adulta es también un factor de riesgo de cáncer del endometrio y también de colon, riñón y vesícula. Beber alcohol moderadamente parece tener efectos benéficos sobre las enfermedades cardiovasculares, pero contribuye al desarrollo de ciertos cánceres especialmente en fumadores. El alcohol contribuiría con el 3% de la mortalidad por cáncer, globalmente.

Con todos los datos actuales se considera que, en teoría, se podría prevenir casi el 50% de la muertes por cáncer eliminando factores de riesgo, incluyendo el tabaquismo y malos hábitos alimenticios. Menos del 5% de los fatalidades por cáncer se deben a alteraciones genéticas heredadas. Una proporción de los cánceres aparece espontáneamente o naturalmente en un individuo sano, genéticamente normal, que no ha estado expuesto a carcinógenos ambientales. La estimación es que un cuarto de los cánceres pertenecen a esta categoría, es decir, se desarrollan incluso en un mundo libre de influencias externas. Se debería sólo a productos propios del funcionamiento del organismo. Es decir, a carcinógenos producidos naturalmente dentro del organismo, por efecto del metabolismo interno y por la ocurrencia natural de errores en la copia del material genético que no son reparados a tiempo y pasan a la descendencia de una célula durante su división.

Los datos epidemiológicos ayudan a establecer guías de prevención y a diseñar políticas de salud, pero sus datos no pueden utilizarse para predecir qué le ocurriría a un individuo en particular si se expone a cualquiera de estos factores. Un fumador empedernido puede pasar toda su vida sin desarrollar cáncer. También hay individuos que llegan a viejos muy sanamente sobre la base de dietas consideradas terribles bajo cualquier estándar. Sin embargo, un individuo no puede saber con certeza cuál será la evolución de su salud si se expone a estos factores. Sin embargo, conocerlos da una idea general sobre lo que debería tratar de evitar cualquier interesado en minimizar su posibilidad de desarrollar cáncer disminuyendo su exposición a agentes conocidos como causantes de cáncer (carcinógenos).

Fuente: What You Need to Know About Cancer. Scientific American, (Special Issue) Vol 275; (Septiembre) 1996.

4. Modelos de estudios genéticos en humanos

En los seres humanos los mellizos se utilizan frecuentemente para estudios de la influencia genética y ambiental en los caracteres hereditarios. Los mellizos monocigóticos (MM) (o mellizos idénticos) derivan de la división de un cigoto inicial luego de una fecundación normal, por lo tanto comparten un 100% de los genes. Por otra parte, los mellizos dicigóticos (MD) (o mellizos fraternos) se originan de la fecundación de dos óvulos con dos espermios distintos, por lo cual dos mellizos dicigóticos serán genéticamente iguales a dos hermanos, es decir, comparten sólo un 50 % de los genes. Cuando los mellizos monocigóticos y dicigóticos son criados en ambientes distintos, puede observarse el impacto del factor ambiental sobre el genotipo de los individuos. Una manera de

cuantificar estos estudios corresponde a evaluar la concordancia y discordancia de los caracteres. Los mellizos son concordantes cuando ambos presentan el carácter y discordantes cuando sólo un miembro del par presenta el carácter en estudio. Como se observa en la tabla adjunta, en los caracteres tales como grupo sanguíneo y color de ojos el factor hereditario es muy importante, en tanto en enfermedades como diabetes, labio leporino, el componente hereditario es menor y el factor ambiental juega un rol importante.

5. Selección artificial de caracteres

La selección artificial es practicada desde muy antiguo por los criadores de plantas y animales, tratando de obtener mejores organismos para un determinado fin. La mayoría de los rasgos susceptibles de selección artificial corresponden a caracteres continuos, por ejemplo peso y tamaño de huevos, número de descendientes en camadas, peso y tamaño de frutos, etc. En este tipo de experimentos se toman como progenitores a aquellos individuos del extremo de la curva de distribución normal (es decir, aquellos que estén por sobre el promedio normal). En la descendencia de estos cruzamientos se espera que el promedio se haya desplazado desde el promedio de la población original hacia el de los progenitores. Esta ganancia en promedios es lo que se denomina ganancia de selección. (Figura) III. 4.

6. Conservación del medio ambiente

Rachel Carson (1907-1964), bióloga, fue precursora en la preocupación por la conservación del medio ambiente, llamando la atención internacional por su libro 'La Primavera silenciosa' (1962). Esta obra cuestiona el uso de pesticidas químicos y advierte del grave peligro del uso indiscriminado del diclorodifeniltricloroetano (DDT) y pesticidas relacionados, exponiendo el daño que produce en los seres humanos y en la vida silvestre. Fue un llamado de alerta que condujo al gobierno de los Estados Unidos a prohibir su uso. El nombre 'Primavera silenciosa' hace referencia al hecho que se dejó de escuchar en primavera el canto de las aves cuya población se redujo enormemente por el uso de dichos pesticidas. Luego de la publicación de este libro, que combina una base científica sólida con una reverencia por la vida silvestre y un estilo poético, se produjo un movimiento público de alerta y preocupación sobre el medio ambiente, en contra de los productores y promotores del uso de pesticidas. 'La Primavera silenciosa' cambió la forma de ver la relación del ser humano y su medio ambiente y llevó al nacimiento del moderno movimiento ambientalista. Todos los países desarrollados han prohibido el uso del DDT. La autora publicó, además, entre otros libros, 'El mar que nos rodea' (1951), y 'Bajo los vientos del mar' (1941). En 1952, Rachel Carson recibió el Premio Nacional del Libro en Estados Unidos, su país natal.

Bibliografía

- Curtis, H., and N. S. Barnes. 1995. *Invitación a la Biología*. Editorial Médica Panamericana, S.A. 5ª Edición, Madrid.
- Ville, C. A., e. P. Solomon, C. E. Martin, D. W. Martin, L. R. Berg, and P. W. Davis. 1992. *Biología*. Interamericana-Mc Graw-Hill. 2ª Edición, México.
- Wilmot, I. Clonación con fines médicos. *Investigación y Ciencia* (febrero 1999, N° 269). pgs: 24-41, Prensa Científica, Barcelona, España.
- Plomin, R. and DeFries, J.C. *Genética y Cognición*. *Investigación y Ciencia* (Julio 1998, N° 269). pgs: 16-23, Prensa Científica, Barcelona, España.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). 1994. *Perfil ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Secretaría Técnica y Administrativa*, Santiago, 569 pp.
- Armesto, J. J., C. Villagrán & M. Kalin (Editores). 1995. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago. 470 pp.
- Jaksic, F.M. 1998. *Ecología de los vertebrados de Chile*. 2ª edición. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago. 262 pp.
- Simonetti, J.A., Arroyo, M.T.K., Spotorno, A.E. and Lozada, E. (Editores) 1995. *Diversidad biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago. 364 pp.
- Cavenee, W.K. y R.L. White. *Bases Genéticas del Cáncer*. *Investigación y Ciencia* (mayo 1995; N° 224); pp 44-55, Prensa Científica, Barcelona, España.
- Leffell, D.J. y Douglas, E.B. *Radiación y Cáncer de Piel*. *Investigación y Ciencia* (Agosto 1996; N°239). pp 62-69, España, Barcelona.
- What You Need to Know About Cancer. Scientific American*, (Special Issue) Vol 275; (septiembre) 1996, Nueva York, Estados Unidos.
- Alberts, B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, and J. Watson. 1994. *Molecular Biology of the Cell*. I. E. Garland Publishing, editor. 3ª Edición, Nueva York, Estados Unidos.
- National Academy of Sciences, U. 1996. *National Science Education Standards*. N. A. Press, editor, Estados Unidos.
- Comisión Nacional de la Lactancia Materna, Ministerio de Salud de Chile, (1997). *Lactancia materna, contenidos técnicos para profesionales de la salud*, Chile, 230 pp.

Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios Primer a Cuarto Año Medio

Objetivos Fundamentales

1^o

Primer Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Apreciar los elementos comunes en la organización y estructura de los seres vivos y de la célula como su unidad funcional.
2. Entender el significado de los procesos de la nutrición desde el nivel fisiológico al celular y la función de los sistemas que participan en ellos.
3. Apreciar y valorar la interdependencia de los seres vivos en las tramas alimentarias, sus consecuencias ambientales y su relación con el mundo inorgánico.
4. Tomar conciencia de la responsabilidad individual en el ámbito de la salud, entendiendo las relaciones entre enfermedad, actividad física, alimentación, tabaquismo y consumo de drogas.

5. Formular hipótesis en temas específicos y entender su relación con los datos experimentales en la investigación científica.
6. Diseñar y realizar procedimientos experimentales simples en problemas específicos del mundo biológico.
7. Seleccionar y sintetizar información científica de fuentes diversas y elaborar informes razonados y completos de investigación; presentar información cuantitativa relevante utilizando gráficos y tablas.

2^o

Segundo Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Apreciar y entender el significado de la reproducción sexual y asexual en la transmisión del material genético y en la herencia.
2. Apreciar y valorar la interrelación de los aspectos biológicos, afectivos, espirituales, éticos, culturales, sociales y ambientales de la sexualidad, reproducción y desarrollo humano.
3. Tomar conciencia del problema de la conservación del medio ambiente y conocer los principios biológicos que pueden aplicarse a su análisis y cuidado.

4. Conocer y analizar las aplicaciones en las áreas de la salud y la producción basadas en el conocimiento científico sobre hormonas.
5. Conocer la historia de determinadas teorías científicas, comprendiendo la historicidad y el carácter dinámico, refutable y perfectible del conocimiento científico.

3^o

Tercer Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Comprender que los organismos han desarrollado mecanismos que posibilitan su funcionamiento sistémico y su interacción con el medio de manera integrada, manteniendo un ambiente interno estable.
2. Conocer la organización del sistema nervioso y comprender su función en la regulación y coordinación de las funciones sistémicas, la motricidad y el comportamiento.
3. Comprender y valorar los fundamentos de la evolución y adaptación a distintos ambientes, y la diversidad biológica como su resultado.

4. Apreciar la importancia de la formulación de teorías en el desarrollo del pensamiento científico; comprender la distinción entre las teorías y los hechos que las sostienen o refutan y la manera como éstas se validan en la comunidad científica; saber del retardo que puede haber en la aceptación y utilización de una teoría por la opinión pública.

4^o

Cuarto Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Comprender las teorías sobre la estructura y expresión de la información genética, sus implicaciones para explicar el funcionamiento de los sistemas vivos, sus aplicaciones en salud y biotecnología, y su influencia en la cultura.
2. Apreciar la interdependencia entre diversos organismos como elemento determinante en las propiedades de las poblaciones y en el desarrollo de variados mecanismos de defensa contra agentes patógenos.

3. Entender cómo se analizan los problemas ambientales desde la perspectiva de la organización jerárquica de la naturaleza, apreciando la versatilidad e imaginación del hombre para interactuar y modificar los diversos sistemas ecológicos.
4. Debatir en forma fundamentada en torno a la relación entre ciencia y sociedad, analizando la dimensión ética implicada.
5. Entender y analizar la confluencia de factores biológicos, sociales y culturales en problemas vinculados a la salud y el medio ambiente.
6. Seleccionar y presentar datos cuantitativos y cualitativos basados en manipulaciones y observaciones experimentales simples; utilizar gráficos y tablas; y elaborar conclusiones a partir de la información recolectada.

Contenidos Mínimos Obligatorios

1^o

Primer Año Medio

I. Organización, estructura y actividad celular

1. La célula como unidad funcional
- a. Estructuras y funciones comunes a células animales y vegetales: la membrana plasmática, el citoplasma, las mitocondrias y el núcleo; y las distintivas de los vegetales: cloroplastos y pared celular.
- b. Mecanismos de intercambio entre la célula y el ambiente (difusión, osmosis y transporte activo).
- d. Universalidad de las principales moléculas que componen la célula: propiedades estructurales y energéticas.
- e. Distinción de las propiedades emergentes en los niveles de organización: célula, tejido, órgano y sistemas de órganos.

II. Procesos y Funciones Vitales

1. Nutrición
 - a. Nutrientes esenciales. Alimentos como fuente de energía para las actividades del organismo y materia prima para procesos de crecimiento y reparación de tejidos. Vitaminas y sales minerales.
 - b. Conceptos de metabolismo: catabolismo y anabolismo.
 - c. Principios de dietética: Requerimientos nutricionales y recomendaciones en adolescentes sanos, embarazo, lactancia, y distintos niveles de actividad física. Cálculos de peso ideal.
 - d. Contenido relativo de los distintos componentes de una dieta balanceada y cálculo del aporte de calorías en diversos alimentos.

2^o

Segundo Año Medio

I. Organización, estructura y actividad celular

1. Material genético y reproducción celular
- a. Cromosomas como estructuras portadoras de los genes: su comportamiento en la mitosis y meiosis.
- b. Importancia de la mitosis y su regulación en procesos de crecimiento, desarrollo y cáncer, y de la meiosis en la gametogénesis y la variabilidad del material genético.

II. Procesos y funciones vitales

1. Hormonas y sexualidad humana.
 - a. Formación de gametos, efecto de las hormonas sexuales, ciclo menstrual y fertilización.
 - b. Distinción y reconocimiento de los aspectos valóricos, culturales y sociales de la sexualidad humana, incluyendo el autocuidado de la pareja y la paternidad responsable.
2. Hormonas, crecimiento y desarrollo
 - a. Cambios físicos, psicológicos y hormonales durante la adolescencia.
 - b. Desarrollo embrionario y fetal humano, incluyendo el papel de la placenta, los cambios hormonales del embarazo, parto y lactancia, y la influencia de factores ambientales.

3^o

Tercer Año Medio

I. Organización, estructura y actividad celular

1. Adaptación a nivel celular
- a. Relación estructura y función: identificación de diferenciaciones y estructuras especializadas en diversas células, incluyendo organismos unicelulares. Uso de ilustraciones, fotografías y de recursos computacionales.

II. Procesos y funciones vitales

1. Regulación de las funciones corporales y homeostasis
 - a. Control hormonal y nervioso en la coordinación e integración de los sistemas: investigación en diversas fuentes sobre el control por retroalimentación.
 - b. Concepto y fundamentos de la homeostasis, distinguiendo los órganos, sistemas y procesos regulatorios involucrados. Formación de orina: el nefrón como unidad funcional.
2. El sistema nervioso
 - a. La variedad de estímulos que excitan el sistema nervioso, sus receptores y su importancia relativa en distintos organismos.

4^o

Cuarto Año Medio

I. Organización, estructura y actividad celular

1. Enzimas
 - a. Contraste entre transformaciones químicas en el mundo abiótico y en la célula: función de las enzimas como agentes de la información genética en el manejo de la energía.
2. Bacterias y virus
 - a. Estructura y propiedades biológicas de bacterias y virus como agentes patógenos y como herramientas esenciales para manipular material genético en la biotecnología.

II. Procesos y funciones vitales

1. Sistemas de defensa
 - a. Mecanismos inespecíficos de defensa contra invasores patógenos en animales, incluidas las barreras del organismo.
 - b. Origen y función de los componentes de la sangre, importantes en la defensa específica contra bacterias, virus y hongos, incluyendo los anticuerpos como proteínas con función defensiva.
 - c. La respuesta inmune, la memoria y la tolerancia inmunológica.
 - d. Mecanismos de defensa contra agentes patógenos en plantas.

- e. Investigación sobre la relación entre el gasto y consumo energético en los estudiantes durante un período determinado. Representación en gráficos y tablas comparativas, construidas mediante programas computacionales. Análisis, discusión y conclusiones.
- 2. Digestión**
- a. El proceso de digestión, incluyendo el concepto de alimentos simples y compuestos y el papel de estructuras especializadas, enzimas, jugos digestivos, y las sales biliares. Estudio experimental de una digestión.
- b. Absorción de las sustancias nutritivas, su incorporación a la circulación, y eliminación de desechos.

3. Circulación

- a. Función del sistema circulatorio en el transporte de gases, nutrientes y desechos del metabolismo. Composición de la sangre.
- b. Actividad cardíaca: ciclo, circulación, ruidos cardíacos, manifestación eléctrica y presión sanguínea. Estudio mediante programas computacionales interactivos.
- c. Adaptación del organismo al esfuerzo.
- d. Relaciones de estructura y función de los diferentes vasos sanguíneos.
- e. Circulación e intercambio de sustancias al nivel capilar.

4. Respiración

- a. Estructuras especializadas en el intercambio de gases en plantas y animales. Movimientos respiratorios.

- b. Disponibilidad de oxígeno y respiración aeróbica o anaeróbica. Producción de compuestos ricos en energía y sustancias de desecho. Deuda de oxígeno en los músculos durante el ejercicio intenso.

5. Excreción

- a. Sistemas de excreción: su función y relación con las sustancias de desecho del metabolismo. Filtración renal.

- c. Aspectos favorables de la lactancia materna.
- d. Investigación sobre el control hormonal del crecimiento y desarrollo en animales y plantas. Aplicaciones comerciales.

III. Biología humana y salud

- a. Estímulos ambientales (radiación ultravioleta y tabaquismo) que pueden dañar el material genético (mutaciones) y alterar la regulación de la reproducción celular.
- b. Uso médico de hormonas, en el control y promoción de la fertilidad, el tratamiento de la diabetes y el desarrollo.
- c. Enfermedades de transmisión sexual y sus modos de prevención.
- d. Enfermedades hereditarias e implicaciones sociales de algunas de ellas (por ejemplo, Síndrome de Down). Práctica de ordenación de cromosomas (cariotipo).

IV. Variabilidad y herencia

1. Variabilidad

- a. Variabilidad intra especie: formas heredables y no heredables.
- b. Sexo como expresión de variabilidad genotípica.
- c. Relación genotipo-fenotipo y análisis del concepto de raza. Observaciones en caninos, felinos y aves.
- d. Fuentes de variabilidad genética: reproducción sexual y mutaciones.
- e. Generación de clones por reproducción asexual. Restricciones éticas a una clonación humana.
- f. Determinación y presentación gráfica de la frecuencia de algún carácter variable en una población.

- b. Estructura de la neurona, conectividad, organización y función del sistema nervioso en la regulación y coordinación de las funciones sistémicas, la motricidad y el comportamiento.
- c. Naturaleza electro-química del impulso nervioso y su forma de transmisión entre neuronas y entre neuronas y músculo (señales químicas y sinapsis).
- d. Estructura y función del ojo: propiedades ópticas, respuesta a la luz, y anomalías de la visión.

3. Sistema muscular y respuesta motora

- a. Sistema muscular (esquelético, liso y cardíaco) y su conexión funcional con distintas partes del sistema nervioso. Actividad refleja y motricidad voluntaria.

- b. Estructura del tórax y mecanismo de la ventilación pulmonar.
- c. Control de la frecuencia respiratoria.

III. Biología humana y salud

1. Higiene nerviosa

- a. Investigación y debate sobre los aspectos biológicos, éticos, sociales y culturales de la adicción a drogas que afectan el comportamiento y los estados de ánimo.
- b. Stress nervioso, consecuencias físicas, causas y prevención.

III. Biología humana y salud

- a. Grupos sanguíneos: compatibilidad en el embarazo y las transfusiones.
- b. Alteraciones de los mecanismos defensivos por factores ambientales y enfermedades, incluyendo la autoinmunidad, alergias y trasplantes.
- c. Historia del uso médico de la inmunización artificial (vacunas), incluyendo los experimentos de Louis Pasteur.
- d. Recolección de información y análisis de problemas infecciosos contemporáneos, distinguiendo aspectos sociales, culturales, éticos y biológicos.

IV. Variabilidad, herencia y evolución

1. Genoma, genes e ingeniería genética

- a. El modelo de la doble hebra del ADN de Watson y Crick.
- b. Código genético y su expresión en la secuencia de proteínas. Valoración de su universalidad como evidencia de la evolución a partir de ancestros comunes.
- c. Investigación, conjeturas y debate sobre el significado e importancia del proyecto del genoma humano desde las perspectivas del conocimiento biológico, la ética y la relación entre ciencia y sociedad.
- d. Principios básicos de ingeniería genética y sus aplicaciones productivas, apreciando el uso de bacterias y virus.

V. Organismo y ambiente

1. Interacciones entre organismos

- a. Depredación y competencia como determinantes de la distribución y abundancia relativa de organismos en un habitat.
- b. El hombre como un organismo fuertemente interactuante en el mundo biológico: sobreexplotación y contaminación.
- c. Investigación sobre los efectos de la actividad humana en los ecosistemas.
- 2. Poblaciones y comunidades**
- a. Atributos básicos de las poblaciones y las comunidades: factores que condicionan su distribución, tamaño y límite al crecimiento.

III. Biología humana y salud

- a. Enfermedades que pueden asociarse a hábitos alimenticios (malnutrición por déficit y exceso), consumo de alcohol y tabaquismo.
- b. Efectos de drogas, solventes y otras sustancias químicas. Discusión informada sobre su mal uso y el contexto social y cultural.
- c. Recopilación de datos y elaboración de informes razonados sobre factores predisponentes de enfermedades del corazón y vasculares más frecuentes.

IV. Organismo y ambiente

- 1. Relaciones alimentarias
 - a. Incorporación de materia y energía al mundo orgánico. Formulación de hipótesis, obtención e interpretación de datos cuantitativos sobre factores que pueden afectar la velocidad de fotosíntesis: reactantes y productos.
 - b. Tramas alimentarias y principios básicos de los ciclos del carbono y del nitrógeno en los ecosistemas.
 - c. Equilibrio ecológico: influencia humana, positiva y negativa, en cadenas y tramas alimentarias en distintos ecosistemas.

2. Herencia

- a. Concepto de gen como unidad funcional de la herencia.
- b. Modificaciones de los cromosomas en la reproducción sexual: meiosis, gametogénesis y fertilización.
- c. Investigar la historia de las leyes de la herencia de Mendel.
- d. Ejercicios de aplicación de los conceptos de alelos recesivos y dominantes en la selección de un carácter por cruzamiento dirigido.
- e. Herencia ligada al sexo.

V. Organismo y ambiente

- 1. Efectos ambientales
 - a. Efectos directos e indirectos de la modificación del hábitat por la actividad humana sobre la biodiversidad y el equilibrio del ecosistema: daño y conservación.
 - b. Principios básicos de biología de la conservación y manejo sustentable de recursos renovables.

IV. Variabilidad y evolución

- a. Registro fósil como evidencia de la evolución orgánica. Distinción entre hechos y teorías.
- b. Variabilidad como materia prima de los cambios evolutivos y su importancia en la sobrevivencia de las especies.
- c. Valoración de la biodiversidad como producto del proceso evolutivo.
- d. Selección natural en la evolución y extinción de especies. Innovaciones y formas intermedias.
- e. Éxito reproductivo como resultado de la competencia en el ambiente.
- f. Investigación sobre la historia de Darwin y el impacto cultural de su teoría en contraste con otras teorías evolutivas.

V. Organismo y ambiente

- 1. Adaptación
 - a. Adaptaciones que permiten a plantas y animales sobrevivir en distintos ambientes.
 - b. Respuestas adaptativas a los cambios ambientales, diarios y estacionales.
 - c. Adaptación en tiempo evolutivo: historia de la aparición de los grupos mayores de organismos.

- b. Uso de programas computacionales para análisis de datos y presentación de resultados sobre simulaciones de curvas de crecimiento poblacional.
- c. Sucesión ecológica como expresión de la dinámica de la comunidad.

3. Ecología y sociedad

- a. Valoración de la diversidad biológica, considerando sus funciones en el ecosistema.
- b. Investigación sobre la problemática ambiental, apreciando los aspectos básicos para evaluarla y su carácter multidisciplinario y multisectorial.
- c. Análisis del problema del crecimiento poblacional humano en relación con las tasas de consumo y los niveles de vida.

