10(1046-1
1309

CENTRO DE
PERFECCIONAMIENTO,
EXPERIMENTACION
E INVESTIGACIONES
PEDAGOGICAS

Depto.
CIENCIAS NATURALES
SEC. BIOLOGIA

biología

guía didáctica para el profesor

3er año ens. media

dr. Héctor Croxatto
profs. Liliana Cardemil
Jorge Arrau
Mercedes Salfate
Bartolomé Yanković

1970

10(1046-1

MINISTERIO DE EDUCACION

CENTRO DE PERFECCIONAMIENTO, EXPERIMENTACION

E INVESTIGACIONES PEDAGOGICAS

1309

BIOLOGIA

3 ER. AÑO ENSEÑANZA MEDIA

guía didáctica para el profesor

PROF.-DR. HECTOR CROXATTO R.

-LILIANA CARDEMIL

-JORGE ARRAU

-MERCEDES SALFATE

-BARTOLOME YANKOVIC

versión preliminar

reproducción prohibida salvo
autorización expresa del
C.P.E.I.P. y de los autores.

Reg.Prop.Int.N°.en.trámite

1 9 7 0

ccd.

BIBLIOTECA NACIONAL

MINISTERIO DE EDUCACION
CENTRO DE PERFECCIONAMIENTO
EXPERIMENTACION E
INVESTIGACIONES PEDAGOGICAS.

PRESENTACION.

El Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas, tiene el agrado de poner en manos del profesorado del país, esta Guía Didáctica, destinada fundamentalmente a ayudar al profesor de Biología en su trabajo en el aula, orientándolo conforme a la filosofía que sustenta al Programa de Estudio para 3er. año de Enseñanza Media.

La Guía misma constituye una valiosa fuente de información sobre los alcances de las actividades que plantea el programa, y, lo que es de extraordinaria importancia, en ella refleja cabalmente la orientación que se ha postulado en el mismo, renovando y actualizando - a nivel de escuela media - la enseñanza de la Biología.

La Dirección del Centro está plenamente conciente del extraordinario esfuerzo desplegado por el personal docente de la Sección Biología, que no ha escatimado esfuerzos para presentar oportunemente al profesorado una herramienta de trabajo que facilite su tarea. Con este material, obviamente, se está cumpliendo un ciclo dentro del proceso contínuo de perfeccionamiento del magisterio.

Estamos concientes, también, del esfuerzo renovador que debe realizar el profesorado de Biología del país para llevar al aula, con éxito, el nuevo Programa de 3er. Año Medio. Sabemos, por ejemplo de las dificultades materiales que muchas veces impone el ambiente. No obstante, la Guía Didáctica que presentamos propone un gran número de actividades, de tal forma que el profesor debe proceder con criterio selectivo, conforme a su realidad geográfica, proponiendo a los alumnos las actividades más factibles para su medio. No obstante, deben tenerse presente siempre los cambios conductuales que constituyen la columna vertebral del Programa de Estudio.

Por cierto, reiteramos al profesor de Biología la confianza en el éxito de una magna empresa: actualizar la enseñanza de su disciplina en la escuela media, conforme a los nuevos lineamientos trazados por los especialistas del Centro y acordados después de una amplia discusión y análisis con el magisterio organizado.

Finalmente, agradeceremos y acogeremos con agrado las críticas y sugerencias que se formulen, destinadas a enriquecer y mejorar este trabajo con el fruto de la experiencia docente.

MARIO LEYTON SOTO

Director.

mgm.

"La educación en la edad por venir, no será una parte de la vida sino el principal propósito de la vida"

G.B.Gordon.

"Qué obra maestra es el hombre, cuán noble en la razón ¡cuán infinito en sus facultades!"

Shakespeare.

INTRODUCCION.

Una reforma de los programas de la enseñanza científica que responda a las demandas educacionales de nuestro tiempo, no podría circunscribirse a poner al día aquello que informa sobre los contenidos, y aún cuando lograra introducir los conocimientos más recientes y medulares del avance científico de las últimas décadas. Hay algo más que considerar que no es meramente cuantitativo, que no es adicionar a los conocimientos clásicos las más nuevas y significativas aportaciones al pensamiento científico, aunque todos aceptemos que el niño de hoy debe saber mas que el de ayer. La esencia del cambio que se busca hoy es de orden esencialmente cualitativo y reside en el cómo debemos enseñar ciencias ahora, al joven que alcanzará la vida adulta en el año 2.000. Lo que tenemos que resolver es en su mayor parte trasunto de una inquietud metodológica. Desde hace tiempo sólo es posible enseñar un fragmento cada vez más pequeño de cualquier área de las Ciencias Naturales. Por otra parte, en general, en sus diversos niveles, la enseñanza se ha preocupado de suministrar informaciones que se estimaban útiles para las exigencias más o menos inmediatas que impone el medio en el que se desenvuelve o se desenvolverá el niño, pero en realidad,en general,no se le enseñó Ciencias. Hay concenso, hoy en día, que para alcanzar este fin no se trata de mostrar al alumno un inventario descriptivo de los más preciosos avances y datos científicos, sino de que él logre comprender antes que nada el proceso por el cual el conocimiento ha sido ganado, y dominar de tal manera el problema que se produzcan en él sugerencias de nuevas ideas y descubra relaciones con otros conocimientos de un modo lógico y rico de sentido.

Es la impresión que nada podría acercarnos más a este propósito como al de dar al joven estudiante la posibilidad de "hacer ciencia", poniendo al servicio de su natural curiosidad e inquietud, los medios de una búsqueda; colocar a su alcance el material mismo de estudio, el objeto que ha de captar fuertemente su atención y de donde han de salir a su encuentro, los cómo y los porqué de los fenómenos. El objeto, si se logra despertar las reacciones mentales adecuadas, cuando es llevado a la clase, le mostrará que saber es mucho más que incrementar la lista de datos ,nombres, coleccionar memorísticamente un conjunto de definiciones que no contribuyen a una real comprensión. El Profesor de Biología , debe llevar la "vida" a la clase, no sustituirla por modelos inertes ni menos con descripciones verbales, para que la vida pueda ser explorada tal cual es. Tal situación será el mejor pretexto para que el educando ejercite su capacidad intelectual y razonamiento, su espíritu lógico, agudice su apreciación crítica, observando de un modo metódico y reflexivo, y adquiera experiencia de cómo aprender.

Muchos materiales naturales son obtenibles en el área periférica de las ciudades, en los mataderos, en estaciones avícolas, en el mar, en el lecho de ríos, en charcas y lagunas, etc, y aún en la propia sala de clases, en una parte del año a lo menos. En todo caso,cuando es posible, se dan indicaciones de cómo y dónde encontrar esos materiales y algunas veces de cómo conservarlos por un largo tiempo.

Como complemento necesario a esta guía se proporcionan indicaciones bibliográficas y se entrega material seleccionado de lecturas y estudio, preparado en forma de monografías sea por especialistas chilenos connotados o bien extranjeros que corresponden a artículos novedosos traducidos de libros y revistas de reciente edición, etc.

De ningún modo se pretende que este material escrito el alumno lo acepte como un dogma, como una definitiva e inapelable afirmación de hechos. Debe ser considerado como una fuente mas de consulta y estudio para enriquecer el conocimiento, como una etapa del desenvolvimiento de las ideas y para enriquecer la concepción de cómo ocurren las cosas en los seres. Las informaciones como aproximaciones ciéntíficas son mudables y además debe

entenderse claramente que este material bibliográfico, que se irá paulatinamente enriqueciendo, poniéndolo al servicio de profesores y alumnos, o de ambos, no está proyectando para sustituir la experimentación. Esta quedará como un instrumento esencial, para llegar al conocimiento que el profesor enriquecerá con su propia experiencia, para hacer de ella un acto creador y el más poderoso incentivo para despertar las potencialidades dormidas del alumno. También queda en claro, dada la amplitud del programa y por razones obvias, que sólo una parte restringida de él puede ser examinada a través de actividades, de observaciones y búsqueda directa, hurgando en el ser vivo o partes de él. También tiene un valor educativo considerable, para el desarrollo de una autoeficiencia, que el alumno se familiarice con la búsqueda bibliográfica, particularmente en los últimos tramos de la enseñanza media. No hay ningún investigador de la Naturaleza que pretenda hoy saltar por encima de la experiencia de los demás, sobre el valiosísimo acervo científico acumulado por hombres geniales. No hay empresa científica por pequeña que sea que empiece de cero, ni que se lleve adelante sin consultar lo que otros hallaron e hicieron. La ciencia es tarea de equipo, interdisciplinaria, con métodos que se nutren en los más diversos campos. Está eso sí, fuera de cuestión, de que las monografías y recopilaciones que se entregan, no son para ser memorizadas ni para que todos los alumnos las estudien. Se sugiere que el profesor, de un modo organizado las distribuya a grupos de estudiantes de acuerdo con las actividades que les ha asignado. Un buen provecho de ese material se habrá logrado si después de realizados los experimentos y observaciones pueden utilizarlas como se ha dicho para completar el conocimiento o para alcanzar una más correcta interpretación de los resultados anotados en los experimentos. El Profesor buscará la oportunidad para que lo asimilado y elaborado por un grupo de alumnos en torno a un tema sea discutido y conocido por el resto del curso, a través de un ordenado intercambio de opiniones y será éste, sin duda, el momento culminante para el Profesor para aclarar conceptos y comunicar su propia experiencia.

La guía didáctica que se entrega como un primer esfuerzo tiene un carácter provisional, pero en este momento es una base sólida que bien utilizada puede ser de gran provecho para organizar adecuadamente las actividades. Tiene además el mérito que las actividades han sido ampliamente ensayadas con éxito en un medio

carente de recursos técnicos especializados con elementos que se encuentran o deben encontrarse en el Liceo. Entrega instrucciones metodológicas que pueden servir de valiosa guía para que el Profesor alcance los objetivos y cambios conductuales que se han detallado al comienzo de cada situación de aprendizaje.

El desarrollo de estas actitudes es posible si se dan oportunidades para ello. Muy poco ayudaría en este sentido que el joven encontrara todo escrito y descrito, todo digerido, o que escuchara lecciones que aunque muy bien dictadas, privan al alumno de disfrutar los momentos mas "exhilarantes" que puede ofrecer el quehacer científico en el aula, como es observar, discutir, descubrir por si mismo.

El joven de hoy está recibiendo en el ambiente extraescolar una información científica y tecnológica que cada vez será más y más rica y variada, que está muy cerca de sus inmediatos intereses, que por contraste hará aparecer más anticuada y aburrida la diciplinada información científica que recibe en el colegio. Más que nunca la enseñanza debe proporcionarle algo novedoso, que no le dan los libros, ni la radio, ni el cine, el televisor; además, debe prodigarle agrado, profunda y placenteras emociones que como dice G.B.Gordon (#) pueden hacerse sentirse extasiado, fruto de motivaciones fuertes , emergencia del asombro ante la armoniosa y maravillosa capacidad creadora de la Naturaleza. Serán las instancias más inspiradoras que habrán de llevarlo a conocer cada vez mejor al hombre desde el ángulo biológico. Quizás si la ubicación de la Biología en el plán escolar está para contribuir a que el educando consiga, como último fin, amar profundamente a la creatura humana. A esto debe conducir el enfrentamiento del alumno con el orden y maravillosa arquitectura donde concurren procesos tan precisos y armoniosos y únicos,que en conjunto hacen del hombre esa creación milagrosa e incomparable y por infinitas razones digna y sin par respetable.

El programa,los objetivos, las actividades y cambios conductuales que se incluyen en esta guía didáctica , propenden a la incorporación del alumno a un proceso de comprensión, de autodesarrollo de habilidades, en un juego donde la presencia y experiencia del profesor es una tarea esencial.

(#) Education and Ectasy.

El será como siempre la llave del éxito, pera a condición que su tarea sea auxiliada en diversos aspectos materiales. Todo no podrá lograrse de inmediato, pero las condiciones se dan para un progresivo perfeccionamiento de la función docente a través del tiempo. La administración de Escuelas y Liceos de un modo pasitivo está logrando el clima propicio para que la enseñanza de la Biología alcance los niveles propugnados por la reforma.

En la presente guía, se ha tratado de presentar una variada y amplia cantidad de actividades entre las cuales el profesor a cargo del programa de Biología de III grado medio, puede seleccionar aquellas que por los recursos y materiales vivos le permiten desarrollar los objetivos básicos del programa: conocer la vida a través del estudio de cómo los seres se reproducen y perpetúan y cómo llegan a constituir individuos que se adaptan con éxito a las más variadas contingencias externas e internas.

La guía, tiende así facilitar la tarea de los profesores ubicados en las regiones geográficas más diversas; zona costera, interior, norte, centro, sur, extremo austral, con su riqueza geográfica y disponibilidad de animales y vegetales de gran diversidad. Contiene por esta razón la descripción de actividades que por número es muy superior a lo que un mismo Profesor podría desarrollar en un año. Sería un grave error pedagógico pretender hacer todas las actividades propuestas porque sacrificaría otros objetivos como es el desarrollo de una habilidad de consulta bibliográfica de la que más abajo hablaremos y la discusión en grupo de los hechos más relevantes que permitan hacer generalizaciones y analizar otras situaciones que se dan en la Naturaleza.

Tampoco la guía es excluyente de actividades que aquí no se describen y que el profesor podría introducir libremente de acuerdo con su experiencia, recursos locales y estación del año. Es suficientemente flexible en la proposición de alternativas y empleo de materiales variados, comunes, que en su mayoría pueden adquirirse a un costo relativamente bajo o compatible con situaciones presupuestarias alcanzables en un Liceo.

Sin embargo, los autores de esta guía están plenamente conscientes de las dificultades que habrá que vencer para hacer realidad lo que se pretende. Vencerlas significará un gran esfuerzo del Profesor, de toda la organización administrativa del Liceo y

la Comunidad entera. La dificultad mayor es inherente al hecho de que la Biología exige la presencia de seres vivos de un modo más o menos continuado en la clase misma. Una planta o un animal o parte de ellos exige un trato especial, rara vez están a nuestro alcance en el momento preciso. No se encuentran en un estante como un frasco de reactivo, un tubo de ensayo, o un imán o un termómetro, etc, sea para explorar o demostrar un hecho fundamental de la química o de la física. Enseñar Biología resulta más difícil que la Química y la Física en el aula escolar por la naturaleza más incierta de los vivientes. La búsqueda y obtención de estos éxige una organización que debe operar desde el comienzo del año escolar, planificando actividades oportunamente para que los alumnos participen activamente en la obtención de los ejemplares vivos u otras materias perecibles en la mantención y cuidados durante los experimentos ,etc. Lo más eficaz para promover una ayuda es despertar entusiasmo entre los propios educandos; eso será el mejor acicate para una comprensión generosa de la comunidad.

En la selección de actividades en la elaboración y redacción de esta guía han participado varias personas a las cuales debo un gran reconocimiento, pero es legítimo que yo destaque por la mayor cuota de esfuerzo, devoción inteligente e incansable sentido de superación a dos colegas: Sra Liliana Cardemil O.,y Jorge Arrau E. Ellos no omitieron sacrificios para buscar el mejor camino para llegar a las metas propuestas. Su doble calidad de pedagogos y especialistas, les permitió conjugar la validez, trascendencia de los fenómenos biológicos seleccionando con los requerimientos y limitaciones del aula escolar.

Debo destacar además en primer lugar la estrecha colaboración y experiencia de la Sra. Mercedes Salfate quien no economizó esfuerzo personal para perfeccionar y simplificar con mucho éxito diversas técnicas experimentales que aquí se describen. También agradezco la participación del Sr. Bartolomé Yankovic que nos acompañó desde la gestación del programa y me proporcionó sugerencias metodológicas. Agradezco al Sr. Pedro Turina miembro del Departamento de Química por su asistencia én aspectos técnicos. Y a la Srta. Mónica Rodríguez R. ,secretaria,que no omitió sacrificios y entregó generosamente su tiempo para cumplir en el plazo estipulado.

Debo finalmente dejar constancia del aporte valiosísimo de profesores e Investigadores Universitarios, que demostraron una acendrada preocupación por la enseñanza científica a nivel medio entre los cuales debo citar a los destacados colegas Claudio Barros (Biólogo) y Patricio Zapata (Neurofisiólogo) por sus monografías que complementan esta guía.

Profesor Héctor Croxatto R.
Coordinador del área científica.

S I T U A C I O N D E A P R E N D I Z A J E 1.

" La reproducción vegetativa (por simple partición) es el mecanismo reproductivo más frecuente en los microorganismos presentando limitaciones en los organismos metacelulares "

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE PERSIGUEN CON LAS ACTIVIDADES DE LA SITUACION DE APRENDIZAJE 1.-

Al término de las actividades que a continuación se detallan los alumnos serán capaces de:

1º Caracterizar la reproducción por simple partición en términos semejantes a:
   a) La descendencia se origina directamente de un progenitor.
   b) Los descendientes son muy semejantes a su progenitor y entre sí.
   c) Es necesario solo un progenitor.

2º Evaluar las ventajas de la reproducción vegetativa considerando el objeto general 1 propuesto en el programa como una forma de reproducción en los seres vivos que permite mas bien el aumento del número de individuos que la supervivencia de la especie.

3º Analizar comparativamente la reproducción vegetativa:
   a) Forma de reproducción más frecuente en organismos [illegible] celulares y plantas metacelulares muy simples: hidra, esponja.
   b) Forma de reproducción que se da accidentalmente en lombrices de tierra, estrellas de mar.
   c) Forma de reproducción limitada a regeneración de la cola y miembros en renacuajos, lagartijas, salamandra.
   d) Forma de reproducción limitada a regeneración de tejidos en aves y mamíferos.

4º Comprender a través de la información bibliográfica que la reproducción o regeneración en organismos metacelulares exije la presencia de tejidos " toti potenciales " (embrionarios) nutrición e inervación, etc.

Actividad 1.1a Observando Yemación En Levaduras.

Material:
- 1 pqt. levadura seca o fresca. (#)
- Solución de sacarosa al 5% o jugo de uva.
- 1 g de Peptona.
- Arvejas o porotos.
- Estufa de cultivo de plumavit.

(#) aproximadamente 10 gramos.

BIBLIOTECA NACIONAL SECCION CHILENA

Termómetro.
1 placa de recuento.
Microscopio de aumento 450 X.
Azul de metileno al 5 %.

Para estudiar yemación en levaduras como un ejemplo de reproducción por simple partición se pueden utilizar dos especies: Sacharomyces illipsoideus que se encuentran en la cubierta de los granos de uva y Sacharomyces cerevisiae que es la levadura de cerveza comercial.

La aparición de yemas solo puede observarse si tales células se colocan en un medio de cultivo adecuado como el RAULIN, que fué utilizado en las actividades de Primer Año Medio, o , utilizando la solución que a continuación se indica ; y que es una forma más sencilla; una solución al 5 o 10 % de azúcar o jugo de uva al que se adiciona un gramo de peptona comercial o alrededor de 20 arvejas o porotos crudos para tener una fermentación rápida. Luego, a 500 ml de esta solución se adiciona medio paquete de levadura seca. Poniendo tapón de algodón en el matraz que contiene el cultivo, se obtendrá yemación de 6 a 24 horas siempre que la temperatura se mantenga entre 25^{o} y 30^{o} C.

Si se utiliza levadura fresca, debe evitarse colocar células de la superficie del pan de levadura ya que allí,suelen encontrarse esporas de levadura a las que nos referiremos más adelante.

La observación de yemas puede completarse tiñendo las células con un colorante vital como azul de metileno que tiñe el núcleo y gránulos de citoplasma.

El recuento de individuos se realiza utilizando una placa para ese fin. Para ello se enfocan con aumento mayor las celdillas más pequeñas del trazado que posee la placa en su parte central, se cuentan las células que hay en 5 de ellas escogidas al azar, y luego se promedian estos valores. Para determinar el número de células que hay por cm^3, se deberá hacer un cálculo matemático simple, utilizando los datos que trae impresos la placa con la que se está trabajando. La más sencilla de ellas y que está al alcance de los Liceos, trae las siguientes indicaciones:

Altura de la celdilla..... 0,1 mm

Superficie de la celdilla..... $\frac{1}{400}$ mm^2

Por consiguiente el volumen de esta celdilla es:

$$\frac{1}{400}\ mm^2 \times 0.1\ mm = 2,5 \times 10^{-4}\ mm^3$$

Para convertir este valor a cm^3, se divide por 1.000: por consiguiente:

$$\frac{2,5 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{3}} = 2,5 \times 10^{-7}\ cm^3$$

BIBLIOTECA NACIONAL SECCIÓN CHILENA

Si en un recuento determinado se obtiene como promedio el valor de 8 individuos por celdilla, con una simple proporción podrá determinarse el número de individuos que hay en 1 cm^3.

2.5×10^{-7} cm^3 .... 8 individuos

1 cm^3 X

$$X = \frac{8 \times 1}{2.5 \times 10^{-7}} = 3,2 \times 10^7$$

es decir, 32,000,000 individuos en 1 cm^3.

En caso de haber hecho una dilución del concentrado inicial para tener mejor nitidez en la observación, se debe también considerar este factor. Por ejemplo, si en un recuento dado, la solución se diluyó 10 veces (1cc de colonia + 9 cc de agua), el resultado final debe multiplicarse por ese factor ; en este caso el número de individuos sería $3,2 \times 10^8$ individuos , o sea, 320.000.000.

Al expresar el resultado final en la forma $3,2 \times 10^8$ se fija el orden de magnitud 10^8, esto es, cien millones; el coeficiente 3,2 con solo dos cifras significativas nos dice que la incerteza se encuentra a nivel de la segunda. Concluyendo, el valor encontrado podría ser cualquiera comprendido entre trescientos millones y trescientos noventa y nueve millones.

Precauciones.-

a) Debe utilizarse una solución relativamente diluída de azul de metileno de modo contrario no se tendrá una visión nítida de las células.

b) En caso de obtenerse una gran cantidad de levaduras en el campo del microscopio que impidan observar bien las células yemantes es importante diluír la solución de levaduras 2-3 ó 5 veces teniendo presente esta dilución para establecer el Nº de células verdaderas y por lo tanto multiplicar por 2-3 ó 5.

Implicancias Metodológicas De La Actividad 1.la (#a)

En el programa de Ciencias de 1er. Año Medio, los alumnos fueron capaces de comprobar que la sustancia X (levadura) se caracterizaba entre otras cosas, porque era capaz de aumentar la masa, aumento que en último término significaba incremento en el Nº de células de cultivo (#b) .

Sin embargo, los alumnos no fueron requeridos entonces para

(#a) La actividad 1.la debe ser realizada por todo el curso.
(#b) Los profesores deberán realizar tal actividad con sus alumnos, en el caso de no haber desarrollado la unidad del programa de 1er. año de Ed. Media " Formulando un Modelo de Célula".

observar bajo el microscopio el proceso por el cual las células de levadura se reproducen: la yemación. Por lo mismo, los estudiantes deben ahora relacionar las formas yemantes con el aumento del número de células e interpretar que el aumento de masa del cultivo puede explicarse en último término al aumento del número de células por yemación.
Los profesores deben entonces conducir a sus alumnos a:

1º Reconocer la relación entre figuras yemantes y aumento celular.

2º Establecer una secuencia que vaya desde la aparición de la protuberancia en una célula, el crecimiento de tal protuberancia y la separación de ella de la célula madre.

3º Percatarse del rápido crecimiento del número de células del cultivo en 24 a 48 horas de control.

4º Percatarse de la rápida disminución del número de células cuando el cultivo envejece y la desaparición del mismo, si las condiciones no son favorables.

5º Evaluar las conclusiones generalizando la simple partición observada como un mecanismo reproductivo válido también para otros microorganismos: protozoos, bacterias, algas unicelulares, etc.

Actividad 1.1b. Observando Fisión En Ciliados.

Material:
Cultivo de Vorticellas o Paramecios preparado de cinco días atrás.
Porta y cubre-objetos.
Microscopio aumento 100 X.

A la temperatura ambiente (18°- 20° C) se puede observar fisión de ciliados en cultivos recién preparado y que por lo mismo resultan ser ricos en nutrientes (de 3-5 días atrás).

Uno de los ciliados donde se puede observar fisión o yemación es la vorticella. Las vorticellas se pueden obtener colocando algas verdes de aguas dulces en recipientes que contienen agua de la misma charca y dejándolos en un lugar semi-iluminado del laboratorio o sala de clases. Después de 2-3 días, examinando muestras de cultivo al microscopio (con condensador bajo) es posible encontrar vorticellas adheridas por su pedúnculo a los talos de las algas, Desplazando el preparado con cuidado se encontrarán vorticellas en división donde el protoplasma es aún común a las dos nuevas células o dos vorticellas que tienen un solo pedúnculo, única parte de la célula que aún no se divide. Algunas especies se reproducen por yemación, otras por partición longitudinal.

Otros ciliados como paramecios, colpidium y chilomonas, dan buenos resultados. Para obtenerlos basta generalmente dejar hojas de plantas acuáticas como Elodea, Miraphilum en agua de charcas o de vertientes en recipientes y en lugar semi-iluminado(de 200-500 ml). Si al líquido se le agrega 2-4 granos de arroz en 2-3 días "aparecen"

una o varias especies de los ciliados.

Precauciones:

Los estudiantes deben controlar diariamente al microscopio los cultivos a partir de su iniciación ya que la mayor frecuencia de divisiones se obtendrán entre el día 3-5. Los controles diarios son dos, uno en la mañana y otro en la tarde. También el profesor puede acortar esta actividad llevando a la clase un cultivo ya preparado pero asegurándose que la frecuencia de divisiones sea alta.

Implicancias metodológicas de la actividad 1.1b.-

El profesor guiará a los alumnos para que consulten en la bibliografía, qué otros organismos unicelulares se reproducen por simple fisión. De estas lecturas los alumnos generalizarán que la fisión es la forma más común de reproducción de los seres unicelulares, como: bacterias, algas azules, levaduras y protozoos.

Actividad 1.1c. Observando Yemación En Hidras.

Materiales:

NaCl.
KCl.
$CaCl_2$.
$NaNO_3$.
Fosfato buffer preparado.
$MgSO_4$.
Cápsulas de Petri.
Lupas estereoscópicas.
Agujas de disección.
Crustáceos de agua dulce.

Este celenterado de agua dulce puede encontrarse en lagos o charcas, fijados a los tallos o en la cara inferior de hojas de plantas flotantes.

En el laboratorio las hidras se mantienen en cápsulas de Petri con agua del lago o charca donde fueron encontradas. A estas cápsulas o pequeños acuarios debe agregarse diariamente un vaso de la siguiente solución, hasta que las hidras se aclimaten a ella.
En un litro de agua destilada disolver:

NaCl..... 1.2 g
KCl ..... .03 g
$CaCl_2$..... .04 g
$NaNO_3$..... .02 g
Fosfato buffer : Ph 5,3 a 8,0:

a) Solución a de $Na_2HPO_4.12H_2O$. 15 Molar.
disolver 23.8 g de fosfato disódico hasta 1.000 ml H_2O destilada.

b) Solución b de KH_2PO_4 15 Molar
disolver 9 g de KH_2PO_4 hasta 1.000 ml
Para obtener pH 6,8: mezclar 50 ml sol a con 50 ml sol b.

Esta es una solución stock que debe diluirse en la proporción de 1:10 en agua destilada cada vez que se usa.

Los recipientes que contienen las hidras deben mantenerse a media luz a una temperatura bajo 20°C.

En un día o dos las hidras flotarán y entonces pueden ser transferidas a recipientes limpios con la solución descrita anteriormente. Si las hidras permanecen contraidas esto significa que la solución no es apropiada y debe desecharse.

Las hidras verdes (del género Clorohydra) necesitan un poco más de iluminación ya que viven simbióticamente con algas verdes.

Alrededor de dos veces a la semana las hidras deben ser alimentadas con pequeños crustáceos encontrados en el mismo lago donde se recolectó el celenterado. Entre estos crustacéos tenemos la pulga de agua o Daphnia y Artemia. Las hidras también pueden ser alimentadas con pequeña cantidad de carne cruda finamente triturada. Una vez alimentadas debe cambiarse el agua , pues los desechos perjudican a las hidras. Para ello debe esperarse 20 o 30 minutos después del suministro de alimento y suavemente inclinar el recipiente donde se encuentran las hidras cuidando de no perderlas junto con el agua que se vacia.

Para estudiar su reproducción vegetativa , enfoque bajo una lupa estereoscópica, hidras puestas en cápsulas de Petri. Si la hidra que se observa presenta yema, separe a ésta con una hoja de afeitar o con una aguja de disección. A temperatura ambiente se podrá observar en 10 días que las yemas siguen viviendo independientemente.

Si una hidra se corta en muchos pedacitos pequeños, cada uno es capaz de regenerar una nueva hidra. Sin embargo, esta actividad es aconsejable realizarla como alternativa de la regeneración reproductiva de la planaria.

Implicancias Metodológicas De La Actividad 1.1c.

En esta actividad debe guiarse al estudiante a concluir que las hidras se reproducen comunmente por yemación. Sin embargo, por no ser la única forma de reproducción de este celenterado, el profesor debe asignar al grupo que trabaje en esta actividad, la tarea de informarse en la bibliografía sobre el ciclo reproductivo de la hidra y otros celenterados (monografía de la hidra). Los alumnos se informarán también sobre anatomía interna de este celenterado; las tres hojas celulares que constituyen la pared del cuerpo y concluir que en una yema están presentes estas tres capas de células.

Actividad 1.1d. Observando Regeneración En Planarias.

Materiales:

5 Planarias.
Cápsulas de Petri (1 por segmento).
Lentejitas de agua.
Hielo u éter.
Lupas estereoscópicas.
Pedacitos de hígado o yema de huevo duro.
Pincel.
Hoja de afeitar.

Las planarias que pertenecen al tipo Plathelmintos se encuentran en los ríos de agua clara en lugares sombríos, bajo las piedras, en la obscuridad (fototactismo negativo). Para recolectarlas, basta levantar las piedras del río y con un pincel coger planarias. Se puede ir premunido con trocitos de hígado o yema de huevo cocido que pueden colocarse estratégicamente bajo las piedras. Al poco rato se extraerá el trocito con varias planarias adheridas a él.

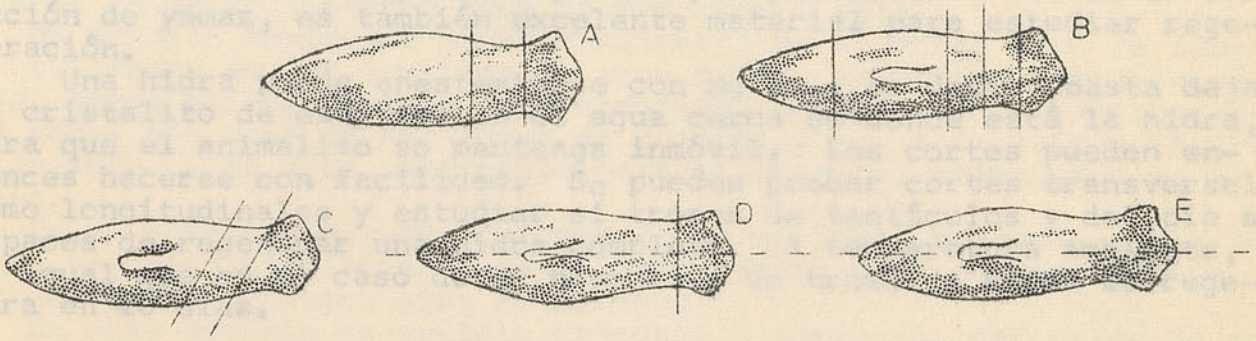
Las planarias deben transportarse en frascos y vasijas con agua del mismo río donde se colocan 1 ó 2 piedras y en el laboratorio se mantienen en cápsulas de Petri que contengan agua de río o charcas. Las cápsulas deben dejarse en un lugar a media luz, con hojitas de plantas acuáticas como ser lentejitas de agua (género Lemma) que permiten una mejor oxigenación.

Las planarias deben ser alimentadas dos a tres veces por semana con pedacitos de hígado ó de yema cocida del tamaño de una lenteja. Veinte a treinta minutos después de ser alimentadas el agua de la cápsula se reemplaza. Para evitar que las planarias se pierdan cuando se hace el recambio de agua, se golpea la cápsula suavemente contra la mesa y las planarias se adhieren al fondo, haciéndose de esta forma el cambio de agua fácilmente.

Una vez en el laboratorio o sala de clases, se estudiará la fabulosa regeneración de las planarias.

Bajo la lupa, los alumnos observarán la cabeza, los ojos, la pigmentación, faringe, y extremo posterior del cuerpo. Una vez reconocidas tales partes, las planarias se trasladarán a cubos de hielo con el objeto de anestesiarlas para hacerles los cortes previamente indicados por el profesor. El frío mantiene rígidas a las planarias, pero vivas, y facilita que el corte se haga con exactitud. Se puede utilizar una hoja para afeitar o un bisturí.

Los cortes que deben realizarse son los siguientes:



Cada trocito se coloca en cápsulas de Petri marcadas de tal manera que sea fácil identificar la parte de la planaria que allí se deja aparte.

Para traspasar los trozos de una cápsula a otra se utilizará un pincel. El uso de agujas o pinzas de disección pueden dañar a la planaria. El trozo C implica cortes transversales oblicuos lo que lleva a preguntarse si la regeneración será paralela al eje longitudinal o es afectado por el plano del corte. El corte D, es realizado parcialmente por la línea media; como las dos mitades longuitudinales se separan sólo en parte, tienden a fusionarse nuevamente y es por eso necesario repasar el corte varias veces el mismo día y al día siguiente asegurándose que las dos partes permanecerán separadas.

Durante la regeneración no es necesario alimentar los trozos de planaria, pero si, cambiar el agua dos veces por semana.

Implicancias Metodológicas de la Actividad 1.1d.

El profesor deberá guiar a sus alumnos en esta actividad para determinar que los trozos generan una nueva y completa planaria y por esto mismo es indispensable que los alumnos marquen las cápsulas identificando el trozo de planaria que allí se colocó. Las cápsulas pueden marcarse con número o con letras (en lo posible dibujar el trozo en su tapa).

Los estudiantes observarán diariamente los cortes bajo la lupa fijando su atención en :

1º Tiempo de cicatrización del corte.

2º Qué parte o zona es la que primero se diferencia ¿ la faringe ? ¿ lo ojos ? ¿ la cabeza ? ¿ o el extremo posterior?.

3º Si los cortes conducen a una planaria aberrante o a una planaria normal.

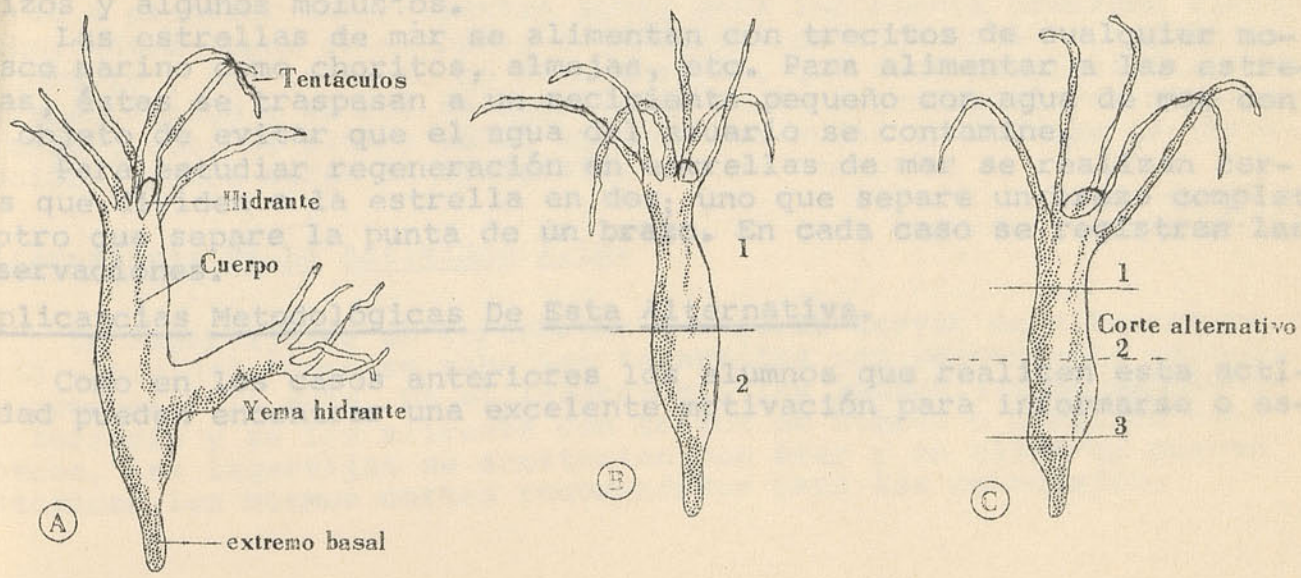
El profesor debe sugerir a los estudiantes que trabajen en regeneración a informarse lo que significa el crecimiento, diferenciación, tejido embrionario y también sugerir que lleven a una explicación más satisfactoria sobre regeneración en planarias.

El grupo de estudiantes deberán también informarse sobre la anatomía de la planaria y otras formas de reproducción de este Plathelminto. El objeto de esto último es llegar a concluir : si es la simple partición o la reproducción por gametos la forma más usual que tienen las planarias para reproducirse.

Alternativas de la actividad 1.1d.

En caso de no disponer planarias, esta actividad puede también ilustrarse con hidras, lombrices de tierra o estrellas de mar.
La hidra no solo se reproduce por simple partición a través de formación de yemas, es también excelente material para estudiar regeneración.

Una hidra puede anestesiarse con $MgSO_4$, es decir, basta dejar un cristalito de esta sal en el agua cerca de donde está la hidra, para que el animalito se mantenga inmóvil. Los cortes pueden entonces hacerse con facilidad. Se pueden probar cortes transversales como longitudinales y estudiar si trozos de tentáculos y del pie son capaces de regenerar una hidra completa. A temperatura ambiente, al igual que en el caso de la planaria, un trozo de hidra se regenera en 10 días.



Lombrices de tierra.- Este anélido se alimenta de humus y puede ser fácilmente mantenido en el laboratorio. Basta preparar un terrario y mantener la tierra húmeda. La tierra que debe utilizarse en este caso, debe ser tierra de jardín, rica en humus vegetal. Las lombrices se pueden alimentar con pedacitos de pan remojado en leche.

Las lombrices se capturan en los jardines y es muy fácil encontrarlas después de la lluvia porque afloran a la superficie.

Los segmentos de lombrices regeneran en 2 meses. Por esta razón sólo se dará preferencia a esta actividad cuando las planarias o hidras no están a disposición de los alumnos.

Implicancias Metodológicas De Las Alternativas De La Actividad 1.1d.

Todos los alumnos o el grupo que designe el profesor deben informarse acerca de la forma más común de reproducción de este anélido, para lo cual pueden utilizar una breve monografía de la lombriz de tierra y de este modo interiorizarse sobre la interesante anatomía, tanto interna como externa. Esto llevará al alumno a concluir que cada segmento posee todos los tejidos y es practicamente un organismo completo y por lo mismo posee todas las potencialidades para una segmentación.

Los alumnos deben comprender que la reproducción por simple partición en el caso de la lombriz es accidental y que su forma normal de reproducción es por unión de gametos.

Estrella de mar. La estrella de mar es otro animalito que se presta para estudios de regeneración. Sin embargo para poder estudiar regeneración en la estrella de mar es indispensable poseer un acuario al que debe renovarse el agua cada cierto tiempo. Por lo mismo, esta alternativa es mas accesible para aquellos colegios próximos a la costa donde se puede ir a buscar agua de mar cada 3 días.

Un acuario marino se monta fácilmente en el mismo tipo de cubetas utilizadas en los acuarios de agua dulce, colocando arena en el fondo, arena principalmente de conchitas. La arena debe lavarse varias veces con agua de mar antes de colocarla en el acuario y esperar que decante y el agua esté clara para colocar los organismos en la cubeta.

En el acuario se puede colocar algas marinas pero como estas resultan ser poco eficientes para la oxigenación debe adicionarse un agitador que introduzca aire en el agua.

En este acuario es posible mantener : anémonas, estrellas de mar, erizos y algunos moluscos.

Las estrellas de mar se alimentan con trocitos de cualquier molusco marino como choritos, almejas, etc. Para alimentar a las estrellas, éstas se traspasan a un recipiente pequeño con agua de mar con el objeto de evitar que el agua del acuario se contamine.

Para estudiar regeneración en estrellas de mar se realizan cortes que dividen a la estrella en dos; uno que separe un brazo completo y otro que separe la punta de un brazo. En cada caso se registran las observaciones.

Implicancias Metodológicas De Esta Alternativa.

Como en los casos anteriores los alumnos que realicen esta actividad pueden encontrar una excelente motivación para informarse o es-

tudiar la anatomía interna y externa de la estrella de mar. Es muy importante relacionar la simetría pentarradiada (que no solo es externa sino también interna) con la regeneración y comprobar el papel del disco central en la regeneración del brazo.

Actividad 1.1e. Observando regeneración en colas de renacuajos.

Materiales:

Renacuajos de pocos días.
Cubeta con agua.
Eter.
Hoja de afeitar.
Trocitos de carne, hígado o lombrices de tierra.

Los sapos adultos como la mayoría de los vertebrados superiores no tienen capacidad para reemplazar partes del cuerpo que se han perdido, pero sí que pueden hacerlo los renacuajos. Estos, perfectamente regeneran su cola.

Para estudiar este tipo de regeneración, deben utilizarse renacuajos que estén en el comienzo de su metamorfosis y proceder a anestesiarlos colocándolos en cápsulas de Petri con solución de cloroetano al 0,04 % o agregando un poco de éter al agua en que se encuentran. Cuando los renacuajos ya no se muevan se procede a cortar la cola con tijeras muy afiladas. A un grupo de renacuajos se corta la cola en ángulo recto respecto al cuerpo y a otro grupo, en ángulo oblicuo.

Los renacuajos deben ser controlados cada semana y alimentados con trocitos de hígado , lombrices de tierra o tenebrios. Igual que en los casos anteriores el agua debe cambiarse unas horas después que los renacuajos hayan comido.

Implicancias Metodológicas De La Actividad 1.1e.

Durante los controles los alumnos deben hacer observaciones bajo la lupa y registrarlas de manera que puedan determinar cuanto demora la herida en cicatrizar, si aparece o no un tejido nuevo, si este tejido es o no pigmentado, si la cola que se origina crece alineada al eje longitudinal del cuerpo o crece formando un ángulo , si la cola nueva reemplaza exactamente a la otra o es más pequeña, recogida, y si hay vasos sanguíneos en la zona de regeneración. Estas observaciones pueden motivar suficientemente al alumno y conducirlo a plantear interrogantes sobre este importante problema biológico, entre otros si el nuevo tejido debe considerarse un tejido embrionario y por lo tanto no diferenciado, qué factores facilitan la diferenciación y el rol de inervación en la regeneración de miembros y colas, etc. El alumno podrá aclarar sus dudas en fuentes de información , entre otras la monografía que se acompaña.

Alternativas De La Actividad 1.1e.

La lagartija es un vertebrado que puede servir de alternativa a esta actividad. Como se sabe las lagartijas son vertebrados capaces de regenerar la cola. En el laboratorio las lagartijas se mantienen en terrario y se las alimenta con trozos de hígado o insectos como moscas. Las lagartijas se anestesian con éter y en ellas se pueden practicar los mismos cortes recomendados para los renacuajos.

BIBLIOTECA NACIONAL SECCION CHILENA

Actividad 1.1f. Observando Reproducción Vegetativa En Plantas Superiores.

Materiales:

Trozos de ramas de sauce con 3 yemas.
Tijeras de podar.
Agua destilada desmineralizada.
Macetero con arena o tierra.
Lentejitas de agua.
Medio nutriente.
Matraces esterilizados.
Tapones de algodón o gasa.
Papas.
Rodajas de corcho.
Taladro corcho o sacabocados.
Piperonia.
Cubeta.
$Ca(NO_3)_2$
KNO_3
KCl
KH_2PO_4
$MgSO_4$
Tartrato férrico.
Cápsulas de Complejo B.
Sacarosa.

Los vegetales se caracterizan por ser organismos donde la capacidad de reproducirse a partir de trozos se da con suma facilidad incluso en las fanerógamas angiospermas. Tal capacidad se debe a la presencia de tejido embrionario (no diferenciado) que recibe el nombre de meristema o tejido poco diferenciado que frente a la presencia de un estímulo adquiere la propiedad de embrionario por desdiferenciación . Ver dibujo.

Buenos materiales para estudiar reproducción vegetativa en plantas superiores son trocitos de rama de sauce , lentejitas de agua (Gen. Lemna), hojas de plantas de Gen. Piperonia, papas comestibles .

Ramas de sauce.- Trocitos de ramas de sauce , que tengan mínimo tres yemas se sumergen por 10 minutos en agua destilada; luego se entierran en recipientes con arena húmeda. Los trozos se separan de la rama por cortes oblicuos al eje central y en lo posible con tijeras de podar para no dañar el tejido. Manteniendo la arena húmeda todo el tiempo, se observará la aparición de nuevas raicillas, al cabo de 8-10 días. Dejando estos trocitos de sauce plantados en la arena comenzarán a dar nuevos brotes lo que aprecia por el crecimiento de yemas.

Lentejitas de agua.- Las lentejitas de agua son plantas acuáticas que se caracterizan por poseer hojitas de un verde claro que tienen aproximadamente la forma y tamaño de una lenteja.

Las hojitas que pueden ser dos, tres o cuatro se unen en un punto central del cual nace una raiz que permanece sumergida mientras las hojitas flotan. En el punto central donde se unen las hojas, es posible distinguir yemitas de verde más intenso. Examinando bajo la lupa se pueden separar tales yemitas con agujas de disección y colocarlas en un matraces de 200 ml que contengan nutrientes para plantas

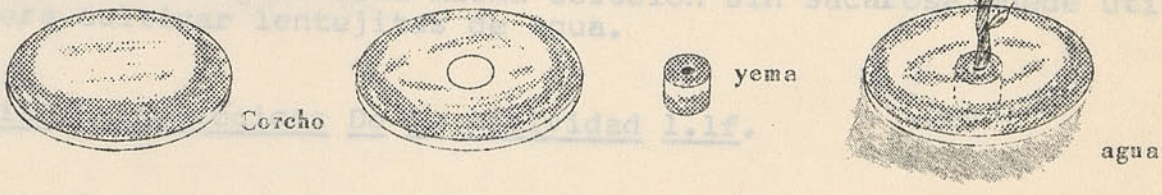
tales como el Knopp-Pfeffer, el Benecke o cualquiera otro. El matracito debe ser esterilizado y tapado con algodón o gasa también esterilizado. Al cabo de algún tiempo se notará un gran aumento del número de plantitas acuáticas.

Hojas de Piperonia.- La Piperonia es una planta de hojas carnosas de forma de paleta. Basta dejar una hoja horizontalmente en contacto con arena húmeda para que su pecíolo comience a formar raíces. En este punto aparecerá con el tiempo una pequeña nueva plantita.

Papas comestibles o cualquier tubérculo.- Si disponemos de una papa podemos observarla y describirla externamente como una parte del vegetal que se encuentra bajo tierra, rica en almidón y que posee una cubierta resistente. En la superficie es posible distinguir cada cierto tiempo zonas con puntos hundidos más oscuros. (llamados vulgarmente ojos). Para la reproducción vegetativa basta dejar una papa semi cubierta con agua en un tiesto amplio con bastante oxigenación con los ojos de la superficie superior descubiertos de agua. Es conveniente renovar el agua todos los días o cada dos días. Al cabo de algún tiempo, de los ojos, aparecerá una yemita que con el tiempo se torna verde y crece hasta alcanzar características de una rama con hojas. Desde el mismo punto aparecen raicillas. Cuando el nuevo tallo o raíz está suficientemente desarrollado, puede separarse completamente de la papa y ser trasladado a un macetero con tierra y tener así una planta de papa. De una papa comestible es posible entonces obtener tantas plantas o yemas tenga el tubérculo.

Se pueden separar los ojos con una porción muy pequeña del tejido que lo rodea (células ricas en almidón) y ponerlo en un medio de cultivo adecuado. La yema se desarrollará en igual forma hasta construír un brote que se pueda trasladar a un macetero.

Para ello con un sacabocados o un horadador de corchos se sacan trozos de papas que contengan ojos, de manera que quede un cilindro en uno de cuyos extremos se encuentran los ojos o agrupaciones de yemas. Este cilindro se coloca en rodajas de corcho perforada en el centro, cuidando que el orificio sea del mismo tamaño que el cilindro, el que debe asomar ligeramente por la parte inferior.



La razón de utilizar la rodaja de corcho es que gracias a ésta el cilindro de papa flota en el medio de cultivo y las yemas no quedan cubiertas de agua. El exceso de humedad destruye las yemas. Esta actividad requiere de un control que es montar trozos de papas semejantes, pero sin yemas para demostrar que el tejido reproductor en este caso es el tejido que está constituyéndo los " ojos " y que el resto de la papa formado por células ricas en nutrientes: sales, almidón y vitaminas, carece de potencialidad reproductiva.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

Solución madre Nº 1.-

$Ca(NO_3)_2 \cdot 4 H_2O$.....	1.250 mg. (1.25 g)
KNO_3.....	1.000 mg (1.0 g)
K CL.....	875 mg (0.875 g)
$K H_2PO_4$.....	250 mg. (0.25 g.)
Agua desmineralizada.....	1 000 ml

Solución madre Nº 2.-

$Mg SO_4 \cdot 7 H_2O$.....	200 mg. (.2 g.)
Agua desmineralizada.....	500 ml.

Solución madre Nº 3.-

Tartrato férrico.....	100 mg (.1 g.)
Agua desmineralizada.....	500 ml.

Estas soluciones madres deben mantenerse en el refrigerador y a partir de ellas preparar una solución mineral final a usar.

Solución madre Nº 1.....	80 ml
Solución madre Nº 2.....	100 ml
Solución madre Nº 3.....	10 ml
Agua desmineralizada.....	810 ml
	1.000 ml

Solución madre stock de vitaminas.

Vitamina B_1 (Thiamina)	5 mg.
Vitamina B_6 (Pyridoxina H CL).....	5 mg.
Acido Nicotínico.....	25 mg
Cantidad de agua.....	100 ml.

Las vitaminas si bien favorecen el proceso reproductivo no son necesarias, especialmente cuando aparece el tejido verde. (#)

La solución final a usar se prepara agregando a la solución mineral final 20 g. de sacarosa y 4 ml de la solución de vitaminas. La sacarosa debe adicionarse en el último momento para evitar la contaminación del nutriente con hongos. Esta misma solución sin sacarosa puede utilizarse para cultivar lentejitas de agua.

Implicancias Metodológicas De La Actividad 1.1f.

Como es fácil disponer de papas todo el tiempo y a lo largo de todo el país, la actividad sugerida con papas es quizás la más factible y también de la que se puede sacar mayor provecho metodológico. El hecho de que el alumno observe que sólo a partir de los ojos se desarrollan los brotes lo lleva a formular problemas como : ¿ Qué

#) De no disponer de vitaminas puras se puede recurrir a una tableta medicinal que contenga el complejo B.

existe en esa zona que basta otorgarle una cierta cantidad de humedad para que aparezcan brotes? ¿ Qué tejido especial constituye los ojos de la superficie del tubérculo ? ¿ Necesita la formación del brote solo la presencia del ojo o también del resto del tejido ?

El tercer problema permite realizar un diseño experimental que llevará al niño a cortar los ojos con poco tejido de reserva y a colocar partes de la papa sin ojos y del mismo tamaño como control y a proporcionar a estos trozos un medio salino con sacarosa apropiado (nutrientes). Sólo en aquellos trozos donde hay ojos se observará el crecimiento y desarrollo de brotes.

Las otras dos preguntas deben ser respondidas con ayuda de la bibliografía y para ello sugerimos:

James D. Ebert. " Desarrollo , Sistema que interactúan en el desarrollo" Editorial Continental S.A. México. Pags. 216-219.

" Molecules to Man" by Biological Science Curriculum Study American Institute of Biological Sciences. Pags: 308-311 .., 316-319.

Consideraciones Metodológicas finales de la Situación de Aprendizaje 1

En el programa se propone que las actividades de esta situación de aprendizaje sean realizadas por grupos de alumnos diferentes. La razón de tal proposición es que grupos de estudiantes se responsabilicen del cuidado y control de un determinado cultivo como también tener la oportunidad de profundizar un poco más sus conocimientos sobre el organismo con que están trabajando.

Es realmente difícil que todo el curso pueda cuidar de todas las especies con que se está trabajando, sobre todo que tales cuidados requieren de tiempo extra más allá de las horas de clase.

Tal distribución en grupos asegura además la responsabilidad de que determinados estudiantes cuidan de un particular organismo, como también promueve el interés por conocer algo más sobre su estructura, formas de reproducción , adaptaciones al medio, comportamiento, etc., lo que podrá consultar en gran medida en la bibliografía propuesta.

Como cada grupo tendrá una visión algo parcializada de la Situación de Aprendizaje 1 es indispensable que al final de ella, los estudiantes se comuniquen los resultados experimentales como también la información obtenida a través de la consulta bibliográfica.

Sin embargo, la única actividad que debe ser realizada por todo el curso es la 1.1a de observación de yemación en levaduras porque a través de tal observación se les despertará la curiosidad para saber si otros organismos se reproducen o no de la misma manera que la levadura lo hace y porque tendrán a nivel celular la visión del proceso de reproducción vegetativa.

S I T U A C I O N D E A P R E N D I Z A J E 2.

" La espora es una célula especializada que utilizan ciertos organismos para reproducirse "

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE DESEAN ALCANZAR CON LAS ACTIVIDADES SUGERIDAS EN LA SITUACION DE APRENDIZAJE 2.-

Al término de estas actividades los alumnos serán capaces de:

1º Identificar a los hongos como seres que se desarrollan en un medio nutritivo a partir de una célula (espora) que se pone en contacto con dicho medio.

2º Comprobar que la espora mantiene sus potencialidades como unidad reproductora a través del tiempo,en un ambiente seco.

3º Concluir que la espora es una forma ventajosa para la expansión geográfica de las especies.

4º Comprender a través de la Bibliografía que los vegetales evolucionaron utilizando esta forma de reproducción para solucionar su problema de adaptación a la vida terrestre.

5º Valorar a través de estas actividades las investigaciones realizadas por Spallanzani y Pasteur para rechazar la teoría de la generación espontánea.

Material para todas las actividades de la Situación de Aprendizaje 2.

Cápsulas de Petri.
Pinzas.
Agujas de disección.
Pan húmedo y seco.
Estufas de cultivo.
Olla de presión.
Matraces de Kitasato.
Mecheros.
Trompas de agua de vacío.
Esporas de Rhizopus guardadas.
Plasticina.
Globos.
Algodón esterilizado.
Tubos de vidrio de 80 cm. de largo 1,5 - 2 cm de díametro.
Pedacitos de plumavit.
Xilol.
Microscopios.
Porta y cubreobjetos.
Elásticos.
Manguera de conección.
Solución diluída de hipoclorito (agua de cubas).

Motivación.

Se coloca en 3 cápsulas de Petri 1/4 de pan remojado en cada cápsula y se dejan descubiertas por 30 minutos para luego taparlas. A dos de ellas se espolvorea tierra seca o polvo de los muebles.

Al cabo de 24 horas aparecerán solamente en la superficie del pan de la primera cápsula manchas rojizas, verdes , negras y en aquellas en que se espolvoreó tierra o polvo se observarán pelos blancos abundantes. En estos pelos al poco tiempo aparecen puntitos negros característicos.

Los alumnos deberán describir minuciosamente lo que observan.

Formulación de problemas.

Es indudable que estas observaciones llevarán a los estudiantes a formular muchas preguntas (problemas). Será entonces deber del profesor seleccionar el problema que conduzca a diseños experimentales que permitirán más tarde alcanzar los objetivos formulados.
El problema que debe surgir a partir de la motivación es: ¿ De dónde provienen las manchas verdes o pelos que aparecen en el pan húmedo?
Este problema conduce inmediatamente a formular posibles respuestas que son hipótesis de alternativas:

a) Provienen del pan.
b) Provienen de algo extraño que se une al pan.

Es posible que el hecho de observar más manchas y más desarrollo de pelos en el pan que se puso en contacto con polvo o tierra, permita que los alumnos se inclinen a favor de la hipótesis b) y por lo tanto realicen diseños experimentales que permitan comprobar (o rechazar) esta respuesta al problema.

Por lo mismo, si suponemos que este moho proviene de algo extraño que se une al pan, los alumnos serán capaces de predecir que si el pan se coloca en cápsulas de Petri muy limpias , pero con poco aire y aisladas del polvo, el moho (manchas) no aparecerá o aparecerá en muy poca cantidad.

Experimento Nº 1.

Colocar 1/4 de pan humedecido en cápsulas de Petri muy limpias enjuagadas con agua destilada, tapar las cápsulas y sujetar fuertemente la tapa de la base de la cápsula con elásticos de billetes. Ponerlas en una olla de presión y hervirlas a 150° C por 30 minutos. Sacar rápidamente las cápsulas y aún calientes suspenderlas con una tenaza o pinza de madera de modo de facilitar el escurrimiento lo más completo posible del agua. En seguida se colocan sobre la mesa horizontalmente por más de 24 horas. Se espera no observar aparición de manchas o pelos.

Si se dispone de una estufa de cultivo que dé 200° C de temperatura, ésta puede reemplazar perfectamente a la olla de presión. Las cápsulas con el pan y bastante agua se dejan en la estufa a 180°-200°C por 15 minutos y antes que toda el agua se evapore se procede a dejar las en posición horizontal sin abrirlas sobre la mesa de trabajo.

Experimento Nº 2.

Después de 48 horas y no habiéndose desarrollado moho en el pan, algunas de las cápsulas se pueden abrir por 10 minutos y luego cerrar dejando a las otras cápsulas sin abrir de control. La razón de esto

es que el alumno perfectamente puede pensar que la temperatura tan alta aplicada anteriormente puede haber en alguna forma destruído cierta vitalidad del pan.

A las 24 horas siguientes debe observarse aparición de moho en el pan en aquellas cápsulas expuestas al aire.

Este experimento llevará al estudiante a formular un nuevo problema y por lo tanto nuevas hipótesis como: ¿ Por qué en el pan expuesto al aire aparece mono ? ¿ Es el aire en si el que permite el desarrollo del moho ? ¿ Es algo invisible al ojo humano que está presente en el aire y que cayendo sobre el pan crece y se desarrolla ? Nuevamente en este caso las respuestas o hipótesis son de alternativa.

a) El aire es indispensable para que el pan se active y desarrolle moho.
b) El aire contiene partículas muy pequeñas que cayendo en el pan crecen y se desarrolla formando manchas o pelos.

Experimento Nº 3.

En un matraz de Kitasato muy limpio se coloca pan húmedo y se esteriliza cerrado en olla de presión (o estufa). Una vez que se ha aplicado la temperatura y el tiempo de esterilización, el matraz se saca rápidamente y antes que se enfríe se tapa herméticamente con tapón de goma limpio y esterilizado (se hierve en agua con gotitas de hipoclorito) y se conecta por su tubo lateral a una bomba de agua que haga vacío. Se extrae así el aire del interior del matraz y se cierra con una pinza la manguera que sale del tubo lateral del Kitasato. Para asegurarse que el aire no penetre al matraz, se sella el tapón y las conecciones de goma con plasticina. Pueden pasar meses y no se observarán mohos en el pan.

Es posible que este experimento haga pensar al niño que la ausencia de aire elimina un factor indispensable que es el O_2 y por lo tanto el pan sin oxígeno no es capaz de desarrollar actividad vital y originar moho.

Después de 24-48 horas de haber hecho vacío en el interior del matraz, se coloca en el extremo de la manguera de conección, algodón esterilizado y se suelta la pinza permitiendo la entrada de aire.

Este aire filtrado se supone carece de partículas de polvo o contaminación, partículas que han quedado retenidas en el algodón.

Este experimento exije de un control, es decir, de otro matraz igual al que se deja entrar aire sin filtrar y por lo tanto aparecerá en el pan del interior mohos al poco tiempo.

Esta actividad planteará otro problema que es ¿ Qué hay en el aire no filtrado que permite el desarrollo de moho en el pan ?

El hecho de haber logrado demostrar que el aire filtrado no desarrolla mohos en el pan y que éste que se une al polvo presenta al cabo de un tiempo más cantidad de manchas y pelos, lleva a formular la hipótesis que el aire contiene partículas pequeñas invisibles al ojo humano pero suficientemente grandes como para ser atajadas por el filtro.

Experimento Nº 5.

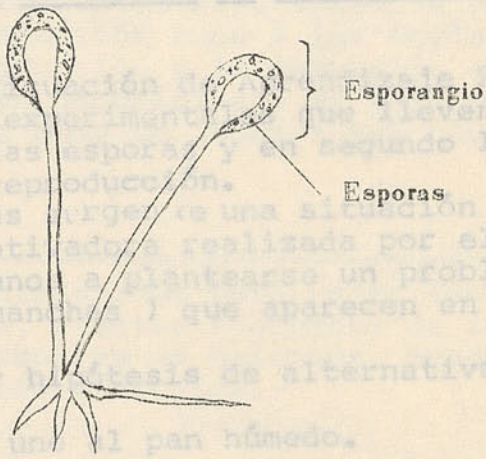
Se toma el algodón que se utilizó como filtro y se lava en agua destilada estéril. Como control se utiliza una mota de algodón nueva de aproximadamente igual tamaño de la que se usó y se lava también

en agua destilada. Parte del agua se deja evaporar en ambos casos y se toman gotas de muestra de cada una para observar al microscopio. En el primer caso se verán pequeñas partículas muy semejantes a las partículas de polvo y que la muestra de control no presenta.

De esta actividad surge un nuevo problema. ¿ Cuál es el origen de tales partículas ? Una posible respuesta a este problema es que el mismo moho las produzca y que tales partículas perduran en el polvo y aire más allá de lo que perdura el moho. Además los alumnos inferirán que estas partículas originan moho nuevamente cuando se presentan en el medio las condiciones favorables de nutrición: pan y humedad ; agua.

Experimento Nº 6.

Los alumnos serán requeridos por el profesor a observar los pelos crecidos en el pan y a fijar su atención en los puntos negros que allí aparecen. Con una aguja esterilizada por calentamiento al rojo en el mechero, y una vez fría se tocan los puntos negros y se lleva enseguida a un pan remojado y estéril puesto en cápsula también esterilizada, La cápsula se tapa rápidamente marcando en la tapa los puntos en que la aguja tocó al pan. La cápsula se tapa rápidamente y se espera 24-48 horas. Al cabo de este tiempo deberán aparecer pelos en el pan. Esta actividad motiva a los alumnos a observar bajo el microscopio los puntos negros que se encuentran entre los pelos. Para ello basta tomar con una pinza tales puntos y ponerlos sobre un porta-objeto con una gota de agua y cubrir. Al microscopio se verán filamentos incoloros con prolongaciones semejantes a minúsculas raicillas en un extremo y con una cápsula oscura en el otro, llena de pequeñísimas y numerosas partículas esféricas : " las esporas ".



Los alumnos se informarán que este moho particular recibe el nombre de Rhizopus y que pertenece a una categoría especial de vegetales llamados hongos.

El pequeñísimo tamaño de tales esporas hace pensar que pueden ser llevadas por el aire a puntos muy lejanos donde puede encontrar un ambiente favorable para su germinación.

Experimento Nº 7.

Se toman 3 cápsulas de Petri con pan remojado y totalmente esterilizado y se colocan, la primera a 10 cm , la segunda a 20 cm y la tercera a 30 cm, de una cápsula abierta que tiene pan con Rhizopus.

por 10 minutos y se vuelven a cerrar marcando el lado de la cápsula que quedó más próximo al Rizophus. En 24 horas se espera ver aparecer mayor cantidad del hongo en la primera cápsula, menos en la segunda y muy poco o nada en la tercera.

Los estudiantes pueden a continuación y ayudados por el profesor construír un modelo mecánico del esporangio de Rhizopus y tratar de remedar en él la apertura y descarga de esporas.

Para esta actividad se necesita: un tubo de vidrio de 80 cm de longitud por 1,5-2 cm de diámetro, un globo azul o negro, plumavit, despedazada en miguitas del tamaño de lentejas, elástico, plasticina y xilol.

Se introducen los trocitos de plumavit en el globo, se une el extremo del globo a uno de los extremos del tubo de vidrio atándolo muy firme con elásticos de billete, se procede a inflar el globo soplando por el extremo libre del tubo. Una vez inflado se cierra el tubo con plasticina y se une a un pedestal también de plasticina. Luego con 3 dedos untados con xilol se pellizca el globo que reventará enseguida desparramándose las esporas (plumavit) por el aire y a gran distancia.

El hecho de que tales esporas permanezcan en el aire o polvo hasta encontrar el medio favorable para su germinación, debe llevar a los alumnos a preguntarse: ¿ Cuánto tiempo mantendrán las esporas su capacidad de contaminar?

Experimento Nº 8.

El profesor suministrará a los alumnos papelitos que contienen esporas de Rhizop s guardadas mucho tiempo en el laboratorio (mínimo dos meses) y con una aguja esterilizada las resembrarán en pan húmedo estéril. Se observará a las 24 horas la aparición del hongo.

Implicancias Metodológicas De La Situación De Aprendizaje 2.

Con las actividades de la Situación de Aprendizaje 2 se pretende establecer una serie de diseños experimentales que lleven al estudiante en primer lugar a descubrir las esporas y en segundo lugar a analizar sus ventajas como forma de reproducción.

Tales diseños experimentales surgen de una situación problemática resultante de una observación motivadora realizada por el profesor, actividad que llevará a los alumnos a plantearse un problema ¿ Qué origen tiene el moho (pelos o manchas) que aparecen en el pan húmedo ?

Este problema conduce a formular hipótesis de alternativa :

a) Proviene del pan.
b) Proviene de algo que se une al pan húmedo.

Para probar una hipótesis y por lo tanto rechazar automáticamente la otra los alumnos realizarán diseños experimentales ayudados por el profesor, diseños que podrán ser trabajados por grupos de alumnos.

Ahora bien, como tales diseños implicarán acumular evidencias en pro o contra de las hipótesis formuladas, todo el curso en conjunto deberá analizar los resultados obtenidos en sus actividades ordenando tales resultados en una secuencia lógica para aprobar o rechazar una

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

de las hipótesis. Por esta misma razón, si el profesor dispusiera de tiempo suficiente sería preferible que todo el curso realizara todos los experimentos propuestos.

Los experimentos anteriores desarrollados permiten alcanzar los cambios conductuales a, b, y c. Los dos últimos objetivos deben conseguirse con ayuda de la bibliografía.
Sugerimos para ello leer: A.I. Oparin " El origen de la vida " Ed. Losada, Buenos Aires. pags. 11 - 32.

La discusión final de estas actividades deberá ser encausada por el profesor a alcanzar estos objetivos: que los alumnos aprecien la ventaja de la reproducción por esporas teniendo en cuenta el " Objetivo General 1 " propuesto para la Unidad de Reproducción y para apreciar y valorar el principio biológico que ;" Todo ser vivo proviene de otro ser vivo"

También es importante que los alumnos se informen sobre los hongos a través de la bibliografía y conozcan algo más acerca del Rhizopus . Esto puede conducir a los niños a preguntarse : ¿Existen otros organismos vivos que se reproduzcan por esporas ? (#), pregunta que sólo puede contestarse a través de fuentes adecuadas. Para contestar esta pregunta los alumnos, al resumir los resultados de sus actividades, deben pensar que siendo la espora una unidad de reproducción pequeña y resistente a condiciones adversas (falta de nutrientes y de humedad) será la forma de reproducción más adecuada para organismos terrestres que no se pueden mover.

Con la ayuda de la bibliografía , los estudiantes conocerán que una gran parte del reino vegetal está constituída por organismos terrestres y sésiles. En estas plantas la reproducción por esporas se alterna con la reproducción por gametos en el ciclo de vida. A medida que avanzamos por el escalafón evolutivo, desde los musgos y helechos hacia las Fanerógamas Angiospermas, el esporofito (parte del vegetal que produce esporas) se hace más conspicuo y el gametofito tiende a reducirse de manera que en las Angiospermas queda totalmente incluído dentro de las esporas. Los gametos están representados aquí por simples núcleos. Tal forma de reproducción hace a las Angiospermas las plantas más exitosas en su reproducción y lo demuestra el hecho de presentar una amplia distribución geográfica (de polo a polo) y estar presentes tanto en desiertos como en lugares muy húmedos.

(#) Si los alumnos se sienten interesados para hacer investigaciones en casa por su propia cuenta, fuentes adecuadas de información le mostrarán casos paralelos, esporas de helechos, musgos, callampa común , que crecen sobre otros sustratos.-

S I T U A C I O N D E A P R E N D I Z A J E 3.

" La reproducción por gametos implica la unión de dos células que lleva a la formación de un huevo o cigoto a partir del cual se constituirá el nuevo organismo."

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE DESEAN ALCANZAR CON LAS ACTIVIDADES DE LA SITUACION DE APRENDIZAJE 3.

Al término de las actividades que a continuación se detallan los alumnos serán capaces de:

1º Ubicar y distinguir las gónadas de diferentes especies animales: erizos , lombriz de tierra, ortópteros, pollo y rata (u otras alternativas).

2º Reconocer las características morfológicas de los espermios y óvulos y concluír , que tales características hacen de ellas células altamente especializadas para cumplir su función.

3º Comprender que siendo el espermio una célula que tiene que movilizarse en un medio líquido, las especies terrestres desarrollan mecanismos que les permiten llevar a feliz término la unión de sus gametos. Uno de estos mecanismos es la cópula interna.

4º Formular un concepto de lo que se entiende por reproducción por gametos, generalizando que tal forma de reproducción también se da en los organismos vegetales.

5º Analizar las ventajas de esta forma de reproducción sobre las otras dos formas anteriormente conocidas: reproducción vegetativa y por esporas.

6º Determinar otras adaptaciones (además de la cópula interna) de ciertos organismos terrestres como ser modificaciones de las vías genitales femeninas que llevan y aseguran el encuentro de ambos gametos.

7º Establecer la importancia de la atracción sexual para asegurar la unión de óvulos y espermios.

8º Comprender que la continuidad de la especie se asegura en esta forma de reproducción, solo si macho y hembra durante el comportamiento sexual se reconocen como pertenecientes a una misma especie.

Actividad 3.1. Identificando las gónadas en diferentes especies animales y vegetales.

Materiales:

Erizos negros de mar.
Lombrices de tierra.

Langostas de tierra ó baratas.
Drosophila pavani o gaucha y melanogaster.
Sapitos de 4 ojos o sapo Bufo.
Ratas blancas de laboratorio.
Protalos de helechos,
Eter.
Tijeras.
Pinzas finas y gruesas.
Agujas de disección.
Lupa estereoscópica.
Microscopio aumento 450 X.
Suero fisiológico.
Porta y cubreobjetos.
Vasos de precipitado 250 ml.
Pipetas.
Cápsulas de Petri.

Actividad 3.1a. Identificando Las Gónadas En Erizos De Mar.

La mejor especie el el erizo de mar negro.(Tetrapigus niger), material que se presta magníficamente para observaciones de fecundación.

El erizo negro se encuentra en la costa de Chile de Concepción al norte. Es una especie que vive apegada a las rocas a tres metros de profundidad. Por lo mismo es un material accesible para todas las cuidades costeñas desde Arica a Concepción.(#)

El traslado de los erizos desde la costa hasta el lugar donde se va a trabajar, requiere de ciertas precauciones para que lleguen en las mejores condiciones. Para ello, es necesario llevar consigo una cantidad de recipientes y bidones de 20 l . de capacidad para transportar los erizos y agua de mar. Los recipientes permitirán traer los ejemplares sumergidos y los bidones servirán para traer una cantidad extra de agua de mar que permitirá renovar el agua de los huevos una vez fecundados y mientras se estudia su desarrollo embrionario. Los erizos se encuentran en un ambiente natural cuya temperatura fluctúa entre 5^{o}-10^{o} C. Temperaturas más altas aceleran la muerte del erizo. Por este motivo,en la época estival,el recipiente en el cual se transportan los erizos conviene sumergirlo en otro más grande que tenga hielo o agua con hielo.

Una vez en el laboratorio,los erizos se mantienen en cubetas con agua de mar cuidando que la temperatura no suba demasiado. El agua debe renovarse diariamente y es aún mejor cambiarla dos veces al día, dejando caer el agua de un tiesto a otro para oxigenarla.

El erizo macho no puede distinguirse a simple vista del erizo hembra, pero si se mantiene en cubetas un número de por lo menos 5 erizos donde se supone existen machos y hembras, al poco tiempo comenzarán a eliminar gametos por los poros genitales de la placa madrepórica. En el caso de las hembras se observará la salida de una secreción roja vinosa y en los machos de una secreción amarilla lechosa.

Los alumnos antes de abrir los erizos deben observar la placa madrepórica que se encuentra en el polo aboral (polo superior) y donde, se abre el ano. Tiene la forma de un pentágono (por su simetría pentarradiada) y además del orificio anal y en torno a él se

---

(#) Para la provincia de Santiago este material puede conseguirse en el Instituto Control de la Universidad de Chile del puerto de San Antonio.

hallan 5 poros pequeños: los orificios genitales, por donde salen los gametos.

Los alumnos con tijeras grandes (viejas) o pequeñas sierras, pueden abrir el erizo cortando el duro caparazón por el plano ecuatorial y separando las dos mitades que queden unidas por el largo tubo digestivo.

Los alumnos pueden observar y reconocer algunas estructuras anatómicas internas si así lo desean, informándose con la monografía de la clase Equinoídea, pero mas que nada la actividad debe permitir reconocer las gónadas que aparecen racimosas, también en número de 5 glándulas cada una, las cuales envían sus productos a un fino conducto que desemboca en un poro genital.

Las gónadas masculinas de color blanco lechoso son más racimosas y de consistencia más delicada que en las hembras que aparecen de color rojo vinoso. Los estudiantes deben de utilizar materiales de disección separados para cada sexo y cuidando de no mezclar las secreciones. Con tijera fina se separan las gónadas del tejido que la adhiere a la pared del cuerpo, y se colocan en vasos o matraces separados que contengan muy poca agua de mar. Las gónadas se pueden conservar así en el refrigerador por 3 ó 4 días. (#)

Con una porción pequeña de ambas gónadas es posible trabajar en fecundación y posteriormente en desarrollo embrionario. Para ello basta preparar en vasos enjuagados con agua de mar, una suspensión de mediana concentración de producto gonadal que se obtiene practicando varios cortes con tijeras en las glándulas sumergidas en el agua de mar del mismo vaso. Se procede a colocar una gota de cada solución en un porta -objeto y se observa al microscopio. Es recomendable además que los alumnos tomen una gota de secreción de la gónada masculina directamente de la glándula y la observen al microscopio. Se verá una gran concentración de espermios casi inmóviles y por lo mismo muy difícil de distinguirlos. Pero basta dejar caer una gota de agua de mar para que muestren algun movimiento. Si a esta misma gota se deja caer agua de mar que ha estado en contacto con óvulos de erizo hembra, pero sin ellos (agua de mar sobrenadante que se toma dejando decantar los óvulos) se observará que el movimiento de los espermios aumenta mucho más y se aglutinan en ciertos puntos formando masas de espermios en gran agitación. Los alumnos, de estas actividades, pueden concluir que posiblemente los óvulos producen sustancias químicas que pasan al agua y que estimulan la motilidad de los espermios aglutinandolos . Esta suposición será confirmada más tarde cuando observen fecundación.

Actividad 3.1b. Observando Gónadas En Lombrices De Tierra.

Las lombrices de tierra son fácilmente conseguidas removiendo tierra de jardín rica en "humus". Se puede obtener en gran número después de las lluvias del mes de Agosto. Por ser hermafroditas basta tener una lombriz de tierra por grupo de alumnos. Una vez colectadas se colocan en un tiesto con agua a la que se va agregando gotas de éter o cloroformo. Una vez anestesiadas, estado que se reconoce porque no responden a estímulos de contacto, se extienden dorsalmente sobre cartones humedecidos previamente con suero fisiológico o simplemente con agua.

Bajo la lupa los alumnos deben observar el extremo anterior y posterior del anélido y con una tijera muy fina proceder a abrir el

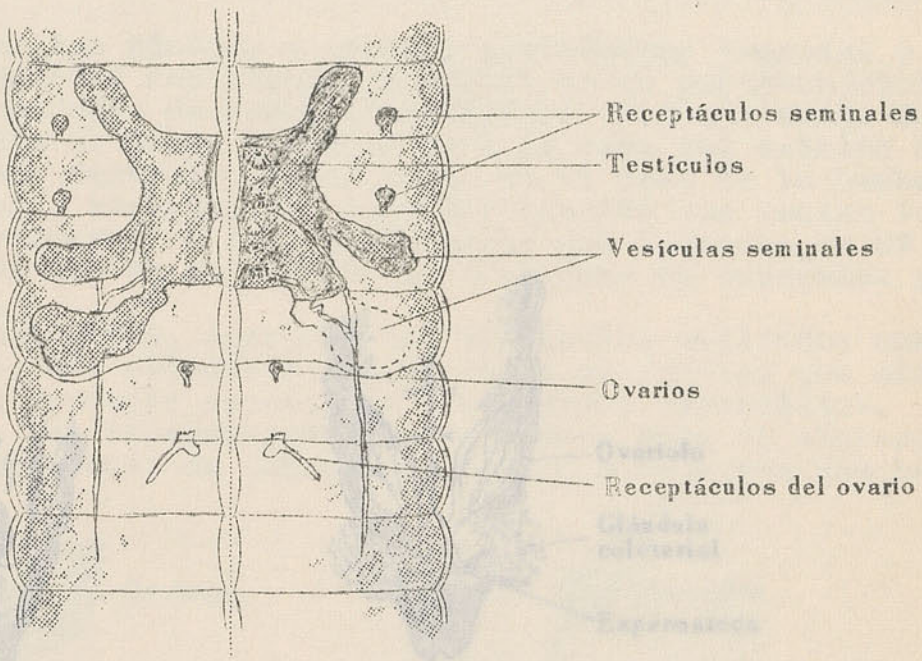
---

(#) El Centro de Perfeccionamiento puede, previo aviso, hacer entrega de gónadas de erizos a grupos de Profesores de Santiago que lo soliciten.

cuérpo cortando longitudinalmente la piel y sujetándola al cartón (a ambos lados del corte) con alfileres. Enfocando el extremo oral será posible observar la faringe , esófago y el intestino. Si los alumnos cuentan los segmentos comenzando desde el extremo oral al segmento 11-13 encontrarán gónadas. Para ello conviene echar a un lado el intestino. Las gónadas masculinas aparecen en el segmento 11 y 12 como glándulas amarillas.

En el segmento 13 están los ovarios (un par de ovarios) que se ven racimosos. Con agujas de disección es posible tomar una parte del testículo que se coloca en una gota de agua en un porta-objeto y observándolo al microscopio se verán los espermios : si es posible, los estudiantes pueden ver también las espermatecas en los segmentos 9 y 10. Con ayuda de la monografía, los alumnos se pueden informar de como se realiza la cópula en las lombrices y para qué sirve la glándula del clitellum.

Durante toda la operatoria los estudiantes deben procurar que la lombriz no se deshidrate. Para ello conviene mojar el cuerpo con algodón empapado en agua cada cierto tiempo.



Actividad 3.1c. Observando Gónadas de Insectos.

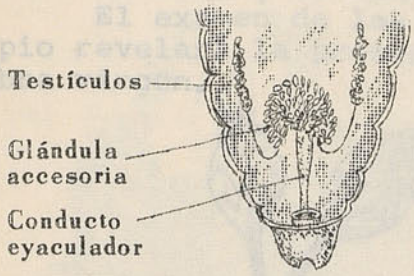
Los grillos, la barata (Blatta orientalis) y Drosophilas, son excelente material para observar gónadas (#).

En el primer caso los sexos son reconocibles externamente. El macho es más pequeño que la hembra y posee en el extremo del abdomen largos apéndices que sirven para sujetar a la hembra durante la cópula; la hembra posee en cambio un ovopitor.

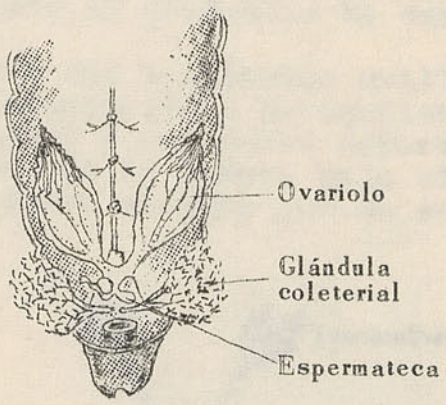
(#) Las langostas de tierra se cazan en los meses de primavera en campos de gramíneas. Las Drosophilas se pueden atraer con platanos abiertos maduros. El insecto adulto puede ser cazado como tal u obtenido por el desarrollo a partir de huevos que después se transfieren a cultivos apropiados.

Anestesiados con éter, macho y hembra pueden abrirse colocándolos dorsalmente en un cartón al cual se fijan con alfileres. Con unas tijeras finas se corta lateralmente el abdomen y se levanta toda la cubierta abdominal ventral. Apegados a la pared abdominal y lateralmente dispuestos, están los testículos que aparecen como masas blanquecinas sucias. Con una pinza se retira uno de ellos y se aplasta en una gota de suero fisiológico sobre un porta-objeto, que se observa al microscopio. Los espermios de esta especie como en general de los insectos se caracterizan por poseer flagelos muy largos. En las hembras los huevos llenan toda la cavidad abdominal; despejando con pinzas se pueden ver los oviductos.

En el caso de las baratas es difícil reconocer ambos sexos externamente. En las hembras el abdomen contiene también racimos de huevos que se puede observar claramente. Los oviductos izquierdo y derecho se unen a un conducto común al que llega la espermateca un pequeño saquito que retiene los espermios después de la cópula. En los machos, a ambos lados del abdomen, aparecen los pequeños testículos. Es posible observar además un conducto deferente que sale de cada testículo y que llega a una glándula central que produce el semen. Esta glándula se comunica con un conducto eyaculador.



MACHO



HEMBRA

Si se dispone del género Drosophila en el laboratorio, es recomendable que los alumnos trabajen con ella y aprendan a reconocer los sexos (#).

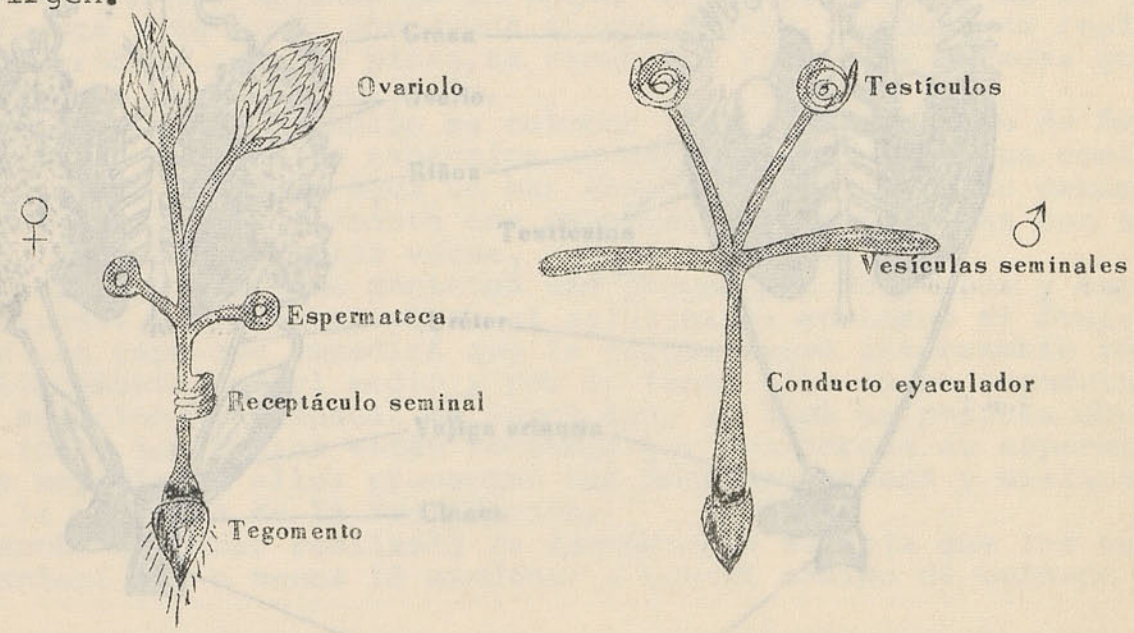
En Drosophila melanogaster la hembra se reconoce por ser ligeramente más grande que el macho. Su abdómen posee siete segmentos: el extremo abdominal es redondo y tiene amplias bandas pigmentada. Ventralmente dispuesto, el macho presenta una genitalia externa caracterizada por una mancha oscura y que puede verse a simple vista.

El tarso del primer par de patas del macho posee el llamado peine sexual constituido por un conjunto de 10 cerdas oscuras difíciles de observar incluso a la lupa. Con dificultad se puede reconocer el sexo en moscas recién nacidas porque sus cuerpos aparecen un tanto deformados, (al salir de la pupa) y casi sin pigmentos; pero a las pocas horas ambos sexos son fáciles de reconocer . Se anestesian con éter utilizando frascos de cultivo (sin papilla) de boca ancha como anestesiador (frascos de yoghourt) al que se le coloca por tapón algodón envuelto en gasa y que se empapa con éter. Para transferirlas de los frascos de cultivo al anestesiador se golpea el primero en una mesa y cuando las moscas están en el fondo del frasco, éste se y se invierte rápidamente haciendo coincidir la abertura con la boca del anestesiador. Una vez que han pasado varias Drosophilas al anestesiador, se cierran ambos frascos con sus respectivos tapones. El tapón del anestesiador se moja con éter. Cuando las moscas demuestren estar dormidas se examinan a la lupa.

Para observar las gónadas y aparato reproductor femenino y masculino basta colocarlas recostadas de perfil en un porta-objetos donde se coloca una gota de suero fisiológico. Con una aguja de disección se sujeta el tórax y con la otra se tira del extremo del abdomen por el lado ventral. Aparecerán, en el caso de la hembra, el ovario, ovariolo, espiráculo (tubo contorneado que recibe los espermios) el oviducto con las espermatecas que aparecen en Nº de dos, como saquitos que se mueven por la presencia de espermios y glándulas anexas,

En el caso del macho, aparecen los testículos ovillados con su vaso deferente, dos glándulas accesorias o paragonias que elabora el semen, el conducto eyaculador y una bomba espermática.

El examen de las espermatecas de la hembra bajo el microscopio revelará la presencia de espermios siempre que no sea una hembra virgen.



(#) Esta actividad será una excelente preparación para las actividades de genética que se propondrá en el programa de 4º año de Educación media.

Actividad 3.1d. Observando Gónadas en Sapitos.

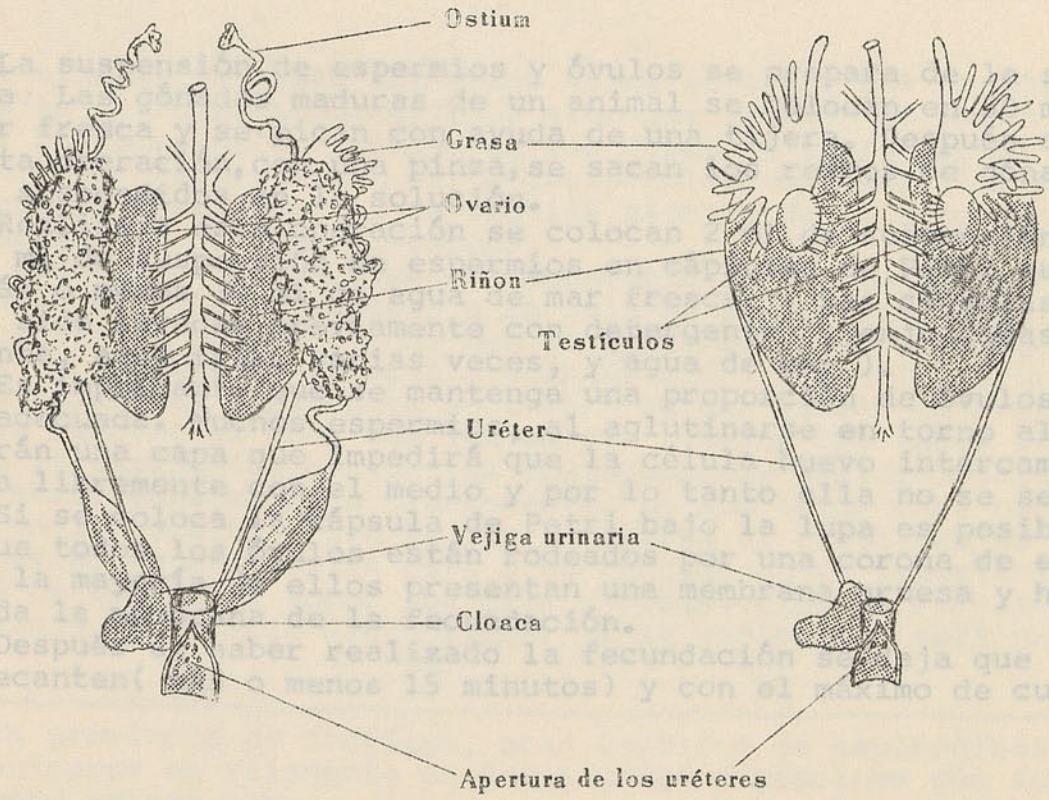
En sapitos de cuatro ojos (Gen. Pleurodema) se reconocen los sexos externamente por ser el macho más pequeño y presentar un anillo densamente pigmentado en la mandíbula inferior. Puesto de espaldas croa. La hembra ligeramente mas grande y maciza no croa ni presenta la pigmentación mandibular. En el g. Bufo, el macho se reconoce porque tiene la piel más amarilla y colocado de espalda croa.

Anestesiados con éter, se abre la cavidad abdominal de un macho y una hembra, cortando con tijeras su pared anterior por la línea media, cuidando de no dañar la arteria abdominal, vaso grande, que sangra mucho.

Si es macho, los testículos se ven como dos masas redondas grises amarillentas ubicados sobre los riñones que son alargadas y están lateralmente apegadas a la columna vertebral. Sacando un testículo y macerándolo en un mortero con suero fisiológico, se puede preparar una suspensión de espermios que se observan al microscopio. Los vasos deferentes de los testículos se abren en el riñón y los espermios se descargan en la cloaca junto con la orina.

Si es hembra, los ovarios llenan la cavidad abdominal. Se percibe fácilmente la gran cantidad de óvulos. Cerca del pulmón es posible encontrar una estructura en forma de embudo, los oviductos. Cada oviducto se abre en el útero y éste en la cloaca.

Este embudo recibe a los óvulos que emigran movidos por los cilios de las vísceras abdominales. Un óvulo puesto a la lupa en suero fisiológico mostrará una mitad pigmentada o polo animal y una menos pigmentada, polo vegetativo.



Actividad 3.1e. Observando Gónadas En Mamíferos.

En una rata macho, previamente anestesiada con éter se procede a abrir los sacos escrotales. En su interior están los testículos, cuerpos ovalados de color blanco. Estos o uno de ellos se extirpan cortando sus conexiones. Ligando las arterias y venas que irrigan el testículo y suturando el escroto, esta operación puede hacerse sin sacrificar el animal. Con el testículo, el cual se divide con varios cortes se prepara una suspensión de espermios en suero fisiológico que se observa al microscopio. También será posible observar epidídimo y vesículas seminales dentro de la cavidad abdominal etc.

Si se abre la cavidad abdominal, en la linea media de una rata hembra adulta se encontrará el extremo anterior de la vagina que yace por detrás de la vegiga unida al útero que se bifurca en dos cuernos. En el extremo de cada cuerno y continuándolo se encuentra la trompa. Siguiendo a la trompa está el ovario que aparece como un pequeño órgano ovoideo ligeramente amarillo rosado, con puntos rojizos algo prominentes (folículos) o amarillos (cuerpos amarillos).-

Actividad 3.2 a. Observando Fecundación En Erizo Negro (Tetrapigus niger)

Materiales:

Suspensión de huevos y espermios de erizo.
Agua de mar fresca y aireada (5-10° C).
Cápsulas de Petri.
Gotarios.
Pipeta de 10 ml.
Vasos de precipitado de 250 ml.
Porta y cubre-objetos.
Lupa y microscopio.
Aguja de disección o alfiler.

La suspensión de espermios y óvulos se prepara de la siguiente manera: Las gónadas maduras de un animal se colocan en 50 ml de agua de mar fresca y se pican con ayuda de una tijera. Después de realizada esta operación, con una pinza, se sacan los restos de gónadas que están suspendidos en la solución.

Realizada esta operación se colocan 2 ml de suspensión de óvulos y 0,5 ml de suspensión de espermios en cápsulas de Petri que contienen más o menos 30 ml de agua de mar fresca. (Las cápsulas deben haber sido lavadas previamente con detergente , enjuagadas con agua caliente, agua fria, varias veces, y agua de mar).

Es importante que se mantenga una proporción de óvulos y espermios adecuada. Muchos espermios, al aglutinarse en torno al óvulo, formarán una capa que impedirá que la célula huevo intercambie sustancia libremente con el medio y por lo tanto ella no se segmentará.

Si se coloca la cápsula de Petri bajo la lupa es posible observar que todos los óvulos están rodeados por una corona de espermios y que la mayoría de ellos presentan una membrana gruesa y hialina llamada la membrana de la fecundación.

Después de haber realizado la fecundación se deja que los huevos decanten(más o menos 15 minutos) y con el máximo de cuidado se

elimina el agua de la cápsula y se reemplaza por agua de mar limpia y fresca. Se continúan las observaciones para ver las etapas que siguen a la fecundación.

La fecundación también puede ser observada bajo el microscopio. Para ésto; se coloca una gota de suspensión de óvulos y otra de suspensión de espermios en un porta-objeto (sin que se mezclen).

Los alumnos deben fijar su atención en la motilidad de los espermios y podrán ver que ocurre con los movimientos si se agrega a la gota de suspensión de espermios " agua de huevos" (agua de mar sobrenadante del vaso que contenga huevos de erizo). La aglutinación de los espermios que el alumno observá así como su mayor motilidad se debe a la acción de las fertilicinas, moléculas presentes en la superficie del huevo y que pasa al agua que los contiene.

A continuación los estudiantes pueden establecer un puente de agua de mar con una aguja o un palito de fósforo uniendo ambas gotas de suspensión y observar que los espermios nadan hacia los óvulos y los rodean totalmente; con suerte es posible ver el cono de atracción (zona del óvulo donde penetrará el espermio) y posteriormente la membrana de fecundación.

Actividad 3.2b. Observando Conjugación En Espirogira.

Materiales:

- Espirogira.
- Microscopio aumento 450 X.
- Porta y cubre-objetos.
- Bidones.
- Agua de charcas.
- Formaldehido.
- Acido acético glacial.
- Glicerina.
- Sulfato cúprico.
- Agua destilada.
- Pinzas finas.

Los alumnos con esta actividad deben concebir que no sólo los animales se reproducen por gametos sino que también lo hacen los vegetales. Un excelente ejemplo de tal forma de reproducción es la conjugación en la Espirogira a parte que permite muy bien ilustrar el hecho de que la sexualidad no va seguida siempre de la reproducción, la que se efectuará un tiempo después.

La espirogira es un alga muy abundante en los meses de Septiembre a Marzo (#). Se transporta a la sala de clases en baldes o cubetas sumergida en la misma agua que se encontró. Debe llevarse en bidones agua de charcas de reserva y guardarla en el refrigerador. Llegando a las salas, la espirogira se coloca en una cubeta extendida. Es necesario renovar el agua una vez al día (mejor dos veces al día). Para que la espirogira conjuge es indispensable suministrarle luz durante 8 horas consecutivas diariamente. La luz solar debe caer directamente en la cubeta. (Con la luz indirecta el resultado es dudoso). Para saber si la espirogira está o no conjugando es importante tomar muestras de los talos todos los días y observarlos al microscopio. A simple vista es difícil diagnosticar si la espirogira está en conjuga-

---

(#) En la provincia de Santiago, gran cantidad de espirogiras puede encontrarse en Talagante en las lagunas y piscinas que forman el Mapocho en esa zona.

ción. Sin embargo, indicios de que pueda estar en tal estado, nos lo da su color: El hermoso color verde claro cambia ligeramente a verde amarillo anaranjado o verde amarillo sucio.

El control bajo el microscopio permite también poder fijar el material en diferentes etapas, ya que todos los talos entran casi simultaneamente en conjugación.

I. Así la primera etapa que conviene fijar, es cuando los puentes comienzan a formarse tratando de hacer contacto con la célula del talo del frente.

II. La segunda etapa que conviene separar es el paso por el puente del protoplasma de las células de un talo.

III. La etapa tercera es la visualización de talos que en todas sus células o en la mayoría se ha formado el cigoto y el talo del frente se ve totalmente vacío.

Como es natural, es muy difícil calcular el momento exacto en que los talos conjugan y poder con anticipación preveer el tiempo necesario para realizar la actividad y puedan los alumnos observar conjugaciones en la sala de clases en el momento preciso. Además es un proceso muy lento y para poder formarse una imagen dinámica habría que controlar la preparación al microscopio muchas veces al día . La solución a este problema, aunque no ideal pedagogicamente, puede ser la preparación de un líquido fijador que rapidamente detenga la espirogira.en cada una de las etapas anteriormente señaladas, que mantenga a los talos en óptimas condiciones y en forma muy semejante a la que ofrecen cuando están vivos y que incluso conserve su color.

Fórmulas de fijadores que cumplan con estos requisitos existen y son muy fáciles de preparar. Talos de espirogiras pueden mantenerse así por 4- 5 años y el profesor disponer en cualquier momento de los talos, que puestos entre un porta y cubre-objetos pueden examinarse en cualquier momento bajo el microscopio. Más aún, después que tales observaciones se han realizado, el alga se recupera volviéndola al recipiente que contiene el fijador. La conservación es aún mejor si se mantiene en el refrigerador.

La siguiente fórmula ha demostrado ser muy buena para la espirogira.

Agua.....	72 ml
Formaldehido.....	5 ml.
Acido acético glacial....	3 ml.
Glicerina.....	20 ml.

Para preservar el color agregue a la mezcla anteriormente preparada:

Agua.....	35 ml
Sulfato cúprico.....	0,2 g.

La solución adquiere un tenue color celeste. La glicerina impide que los talos se resequen y el sulfato cúprico mantiene su color que cambia levemente a un color verde más oscuro.

Actividad 3.2c. Observando Fecundación En Sapo Bufo.

Materiales:

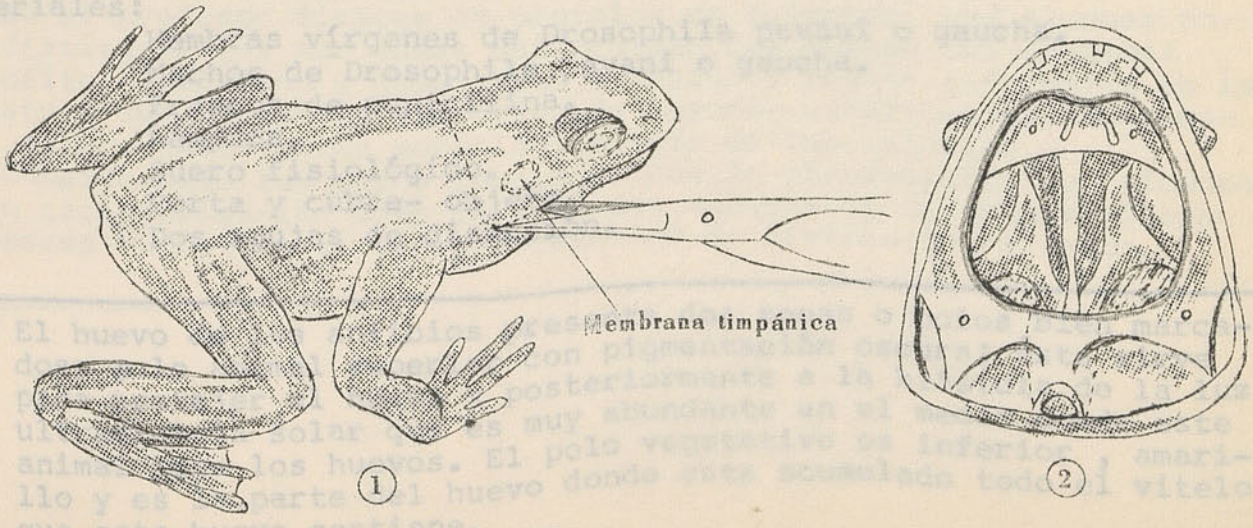
2 sapos Bufo hembra bien alimentados, en lo posible recientemente capturados.
2 sapos Bufo macho bien alimentados.
Material quirurgico.

Suero fisiológico.
2 cubetas (gonodotrofina sérica)
Gormón 250 UI.
3-4 hipófisis por hembra.
Vaso de precipitado de 50 ml.
Gotarios.

La maduración de óvulos como de espermios en las especies depende en gran medida de la temperatura ambiente y es por eso que la función sexual de la mayor parte de los organismos vivos está limitada a ciertos periodos del año. El hombre y algunos antropoides constituyen una excepción pues tienen ciclos continuos todo el año. Los anfibios, según la especie, tienen actividad sexual en meses de Primavera , de Agosto a Diciembre,y unas pocas especies de sapos solamente la tienen en Verano. Por esta razón si se desea que la fecundación se realice en anfibios, es necesario inducir la ovulación de la hembra inyectando un macerado de hipófisis de sapo o bien un extracto hipofisiario comercial inyectable (un producto farmacéutico adecuado es el Gormón 500). En el primer caso el número de hipófisis necesarias (2-6) para inducir la ovulación depende de la época del año y también del sexo del animal dador.

Si las hipófisis provienen de machos, es necesario utilizar más hipófisis que si son de hembras. Las hipófisis de éstas por ser más grandes contienen más hormona folículo estimulante. En general se pueden macerar 3-4 hipófisis por hembra que se va inyectar en 2 ml de solución Ringer o suero fisiológico al 7 %. El macerado se inyecta por vía linfática, inoculando no solo el líquido sobrenadante sino también los restos de hipófisis. La inyección en el saco linfático dorsal se practica clavando la aguja bajo la piel en una de las patas posteriores y atravesando el dorso del animal, se ubica la punta de la aguja en el saco linfático del lado opuesto; Solo en ese momento se inocula el líquido. Si la inyección está bien puesta se levantará la piel formandose en edema que luego se reabsorbe. Después de la inyección la hembra se deja en una cubeta con poca agua al fondo. La hembra debe estar bien alimentada y a una temperatura no superior a 15°C.

Para extraer las hipófisis es necesario cortar la cabeza del sapo donador. Para ello se corta la mandíbula superior por detrás de los orificios auditivos y con la misma tijera que debe ser muy cortante, se introduce por el foramen magnun que es la abertura del cráneo . Se hace un corte en ángulo de manera de levantar una tapita. Sacando este pedazo de hueso aparecerá entre los dos ojos una masa esférica de color rosado que es la hipófisis.



Después de 48 horas si se ha inyectado la suficiente cantidad de hipófisis, se espera que la hembra ovule por si sola , o bien facilitando la salida de los huevos con un masaje suave del vientre, pasando los dedos desde la altura de las extremidades anteriores hacia la cloaca.

Los huevos se recogen inmediatamente en solución Ringer y se la van varias veces con ella antes de ponerlos en contacto con los espermios.

Este método requiere tener 3-4 sapos por hembra y resulta por lo mismo muy costoso. Inyectando gonodotrofinas que se expenden en el comercio se pueden tener resultados idénticos. Uno de ellos es el Gormón 500 ya mencionado.

Se inyectan las hembras con 250 UI de Gormón por vía linfática dorsal y se dejan en una cubeta con poca agua para evitar su deshidratación. Es importante destacar que conviene utilizar las hembras que tengan el vientre mas voluminoso esto es un índice de que en el ovario hay huevos maduros.

24-48 horas después la hembra empezará a ovopositar, o sea, eliminará verdaderos rosarios de huevos con una cubierta mucoproteica la que en contacto con el agua se hinchará.(membrana de protección)(#).

Antes que la hembra empiece a ovular se anestesian los machos, se les extraen los testículos (órganos voluminosos relacionados con el riñón) y se colocan en un vaso de precipitado de 50 ml con suero fisiológico para rana (NaCl 7%) una vez dentro se cortan con una tijera para dejar en libertad a los espermios maduros allí existentes.

Sobre los huevos ya preparados como se indicó se echa, con ayuda de un gotario la suspensión de espermios que se tiene ya lista en un vaso de precipitado.

Si se observan algunos huevos sobre un porta-objetos, los alumnos podrán ver en forma muy clara la aparición de la membrana de fecundación.

Después que la fecundación se ha llevado a cabo, es necesario retirar los óvulos que no han sido fecundados pues al poco tiempo entran en estado de putrefacción contaminando a los otros cigotos. Para ello 3-4 horas después que los óvulos tomaron contacto con la suspensión de espermios, se retiran los óvulos no fecundados que se reconocen porque no han girado y el polo vegetativo (más claro sin pigmentos) yace hacia arriba. Después de la fecundación el huevo gira quedando el polo animal arriba y el vegetativo abajo. Los huevos fecundados deben mantenerse con solución Ringer y a no más de 15° C. El agua debe ser reemplazada todos los días y oxigenada por agitación previamente.

Actividad 3.2d. Comprobando La Presencia De Espermios En Espermatecas De Drosophila Después De La Cópula.

Materiales:

Hembras vírgenes de Drosophila pavani o gaucha.
Machos de Drosophila pavani o gaucha.
Frascos de penicilina.
Lámpara.
Suero fisiológico.
Porta y cubre- objeto.
Dos agujas de disección.

(#) El huevo de los anfibios presenta dos zonas o polos bien marcados; polo animal superior con pigmentación oscura; ésta sirve para protejer al huevo y posteriormente a la blástula de la luz ultravioleta solar que es muy abundante en el medio donde este animal pone los huevos. El polo vegetativo es inferior , amarillo y es la parte del huevo donde esta acumulado todo el vitelo que este huevo contiene.

Lupa estereoscópica.
Microscopio de aumento 100 X.
Frasquitos de penicilina.

Anteriormente se detalló la técnica de extracción de espermatecas en Drosophila con motivo de la observación de gónadas y vías genitales en diversos metazoos. Recordando:

1º Se anestesian dos hembras (una virgen y una recién fecundada según la técnica descrita anteriormente.)
2º Se colocan recostadas de perfil cada una en un porta-objeto con una gota de suero fisiológico.
3º Se reconocen los espermatecas como dos saquitos pigmentados oscuros que se mueven en la gota de suero fisiológico. Se cubre y lleva al microscopio para determinar la presencia de espermios.
4º Se hace lo mismo con la hembra control.

Para disponer de una hembra virgen y una fecundada es necesario proceder de la manera siguiente:
En frascos de cultivo donde estén naciendo moscas el profesor vaciará el contenido del frasco de manera que quede sin machos ni hembras adultos; operación que hará temprano en la mañana, suponiendo a las 9 AM. Antes de completar 8horas las nuevas hembras nacidas en ese lapso se sacan del frasco de cultivo y se colocan en el frasco tipo penicilina en un número de dos hembras con un macho.
Estas hembras son vírgenes puesto que las hembras no aceptan al macho antes de haber transcurrido 8 horas después de emerger de la pupa. Colocando el frasco de penicilina frente a un haz de luz en 30 minutos o antes habrá cortejo y cópula. Las hembras se anestesian y se analizan sus espermatecas.
El control está constituído por dos o mas hembras de la misma especie y edad que han permanecido aisladas del medio, las que también se anestesian y cuyas espermatecas apareceran vacías de espermios.
Los alumnos pueden describir la forma en que se da cortejo y cópula y concluír la importancia de la atracción sexual en el reconocimiento de los sexos (cortejo).

Implicancias Metodológicas.

La importancia de identificar las gónadas en diferentes metazoos descansa en el hecho que los alumnos comprendan que tejidos especializados son los responsables de la formación de los gametos que se constituyen como células diferenciadas,(epitelio germinal) a partir de los Metazoos inferiores.
Esto es válido también para las Metáfitas. Las observaciones de espermios de diferentes especies debe conducir a una conceptualización de que esta célula se caracteriza por poseer muy poco material citoplasmático y estar dotada de flagelo para movilizarse.
Si el profesor dispone de protalos de helechos, los alumnos podrán distinguir las dos zonas del protalo que forman los gametos: gametofito masculino y gametofito femenino y podrán informarse en la literatura que el gameto masculino de algunos vegetales es muy semejante en su constitución morfológica a la de los animales.
Considerando los datos recogidos con la observación, los alumnos podrán caracterizarlas como células con citoplasma voluminoso lleno de reserva nutritiva en general carentes de movimientos propios.

Los alumnos deben comprender que la cópula interna se impuso en las especies terrestres como una solución a la falta de agua. El espermio, es una célula que se moviliza y por lo tanto requiere un ambiente líquido que lo otorga el semen por un lado y las vías genitales femeninas por el otro.

Es importante también que los estudiantes valoren ciertas estructuras anatómicas de las vías genitales femeninas para asegurar la fecundación ofreciendo un medio ideal para conservar vivos a los espermios por un tiempo muy prolongado cuando hay espermatecas, o si no existen estas últimas, por un tiempo suficientemente largo, como demora el espermio para encontrarse con el óvulo.

La posibilidad de que dos células (los gametos) se encuentren y fusionen ya sea en el agua o en la tierra, sería muy pequeña si los organismos no hubieran desarrollado mecanismos que permitieran la aproximación de los gametos, como por ejemplo: las aglutininas y fertilicinas de los óvulos de erizo que difunden en el agua, o bien la atracción a nivel de los organismos llamada " atracción sexual " que comienza con el cortejo y termina con la cópula. El examen de los elementos estructurales que componen el aparato genital femenino, les permitirá a los alumnos apreciar el papel que puedan desempeñar las contracciones de la musculatura lisa , de la pared de las vías genitales femeninas, la presencia de cilios móviles como es el caso del epitelio de la mucosa de la trompa.

Para muchas especies cuya fecundación se realiza en el agua, la unión de los gametos está sujeta al azar. El encuentro de óvulos y espermios en la inmensidad que puede significar un océano o lago, se facilita por la proximidad geográfica de macho y hembra que por razones de habitat se da naturalmente. La consulta bibliográfica dará oportunidad de conocer la enorme variedad de procesos que asegura el encuentro de los gametos en la época oportuna ej: la atracción sexual. Este es el caso de los atunes que en el período de celo(sexual), la hembra remonta ríos seguida del macho. Llegado el momento en que la hembra ovoposita, el macho deja caer sobre los óvulos el líquido seminal, o de los anfibios, que siendo terrestres dependen del agua para su reproducción. Macho y hembra se cortejan en las proximidades del agua. El macho abraza a la hembra provocando en estímulo y la hembra responde ovulando en el agua. El macho deja caer los espermios sobre los óvulos.

En los casos en que no hay cortejo como es el de los erizos, la fertilización se asegura porque los machos y hembras producen un inmenso número de gametos, de los cuales sólo algunos se fecundan y de ellos solo unos pocos sobreviven y logran constituir un organismo adulto capaz de preservar la especie.

El profesor habrá notado que"exprofeso"a través de las descripciones de la actividades no se ha sistematizado la reproducción, clasificándola en 2 tipos, reproducción sexual y asexual. A parte de las razones científicas que se pueden invocar para no caer en una simplificación en muchos casos errónea , es preferible atenerse a los datos objetivos que el alumno paso a paso vaya conociendo como en los distintos seres se ha ido resolviendo el problema de subsistir y perdurar venciendo la acción destructora del tiempo y de circunstancias adversas para la vida. Adquirir una visión integradora , de como los seres se multiplican, empezando por conocer las formas más simples de reproducción (simple partición, esporulación) para desembocar en la reproducción por gametos, producidas en tejidos especiales en general, en individuos distintos(macho y hembra) y la trascendente significa-

ción de los mecanismos que aseguran la atracción de los individuos y de los propios gametos. Aunque no puede ser el momento de examinar a fondo el problema, es insoslayable que alumno y profesor discutan lo que significa la unión de dos células distintas que se fusionan y que intercambian materiales celulares, entre los cuales está el patrimonio genético diverso por cada uno que aporta, cosa que no ocurre en la mera participación celular. Aún cuando genética tendrá una vasta representación en el programa de Biología de IV Año, el alumno puede avanzar la idea que la fusión de dos patrimonios hereditarios, permitiendo una variación genética hace que la reproducción por gametos sea muy superior a la partición y esporulación para preservar la especie. Cada organismo que se origina por unión de dos células con diferentes patrimonios hereditarios constituye un nuevo ensayo en la naturaleza al cual no escapan los seres humanos.

En la discusión final los alumnos al adentrarse en estas consideraciones podrán opinar sobre la base de los ejemplos que ellos han conocido experimentalmente o a través de consultas bibliográficas qué caso constituye reproducción con participación del sexo (reproducción sexual) y que caso no (reproducción asexual).

S I T U A C I O N D E A P R E N D I Z A J E Nº 4.

" El embrión requiere de un ambiente adecuado para llevar a buen término su desarrollo "

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE PERSIGUEN CON LAS ACTIVIDADES DE LA SITUACION DE APRENDIZAJE 4.

Al término de las actividades que a continuación se detallan los alumnos serán capaces de:

1º Comprender que del cigoto o huevo fecundado a través de un activo proceso de división y diferenciación celular puede llegar a constituir un nuevo organismo.

2º Generalizar que los cigotos de una especie pasan por las mismas etapas durante su desarrollo.

3º Relacionar la cantidad de vitelo (substancia nutritiva del huevo) con el tipo de desarrollo embrionario;

a) Poco material nutritivo de reserva condiciona la existencia de un embrión de vida libre (larva) dotado de locomoción y que se podrá alimentar por sí mismo, pero sometido a las contingencias del medio.
b) Poco material nutritivo de reserva condiciona también la existencia de un embrión que se desarrollará a expensas de la madre y por lo tanto en el interior de ella.
c) Gran cantidad de material nutritivo de reserva condiciona el desarrollo embrionario dentro de las cubiertas protectoras del huevo y por lo tanto una dependencia más larga.

4º Saber apreciar que las especies han debido encontrar soluciones adaptativas al medio para llegar con éxito al término del desarrollo embrionario.

5º Apreciar comparativamente que hay especies más exitosas en su reproducción por haber emcontrado soluciones adaptativas mejores para llevar a buen término su desarrollo embrionario..

Actividad 4.1.- Observando Desarrollo Embrionario De Erizo De Mar.

Materiales:

Huevos de erizo fecundados.
Cápsulas de Petri o vasos de pricipitado.
Microscopio aumento 100 X.
Porta y cubre-objetos.
Agua de mar limpia y fría (5^{o}-10^{o} C)

Gotarios o pipetas.
Formalina.
Batería de alcohol de 50°- 70°- 80°- 95°- 100°.
Benzol.
Bálsamo.

Una vez que los huevos de erizo han sido fecundados, deben lavarse sucesivamente con agua de mar limpia y fría y dejarlos ya sea en cápsulas de Petri o vasos de precipitado en el refrigerador a una temperatura que fluctua entre 5°- 10°. El recambio de agua de mar debe hacerse en los días sucesivos teniendo sumo cuidado de no perder las etapas embrionarias por vaciamiento, sobre todo cuando ya aparece la 1º larva ciliada y que por nadar libremente es muy fácil de perder. Para ello es muchísimo mejor mantener los cigotos en vasos que en cápsulas de Petri y dejarlos decantar en una superficie horizontal antes de cambiar el agua.

A las dos horas después que la fecundación se lleva a cabo, los alumnos podrán observar que la mayoría de los cigotos ya han constituído los dos primeros blástomeros. Estas dos nuevas células continúan rodeadas de la membrana de fecundación que cumple aquí la importantísima función de mantener estrechamente unidas a las células de las primeras segmentaciones.

A las 4-5 horas después de la fecundación se puede observar al microscopio, que la mayor parte de los huevos están constituídos ahora de 2-4 u 8 células (blástomeros) y aún rodeados de la membrana de fecundación . En una etapa más avanzada habrá 16 células dentro de la membrana, estado que recibe el nombre de mórula. Pasadas las 24 horas aparece la primera larvita nadadora donde ya no se pueden distinguir nítidamente las células. Esta larvita está cubierta de cilios, tiene una forma piramidal y nada girando en helix.

La membrana de fecundación ya ha desaparecido; manteniendo esta larva en el laboratorio con los cuidados antes indicados, los estudiantes alcanzarán a observar etapas mucho más avanzadas y registrar todos los cambios más sobresalientes de este desarrollo.

Todo desarrollo embrionario requiere una temperatura óptima. La mejor temperatura aquí es entre 5°-10°C. Temperaturas mayores a parte de detener el desarrollo embrionario, promueven la aparición de un sinnúmero de microorganismos, Cuando se recambia el agua de mar, conviene trasvasijar previamente el agua con el objeto de airearla y así suministrar la cantidad de O_2 necesaria para el metabolismo de la larva.

Mantención de las diversas etapas del desarrollo por tiempo indefinido.

Por incovenientes de horario los alumnos pueden quedar privados de observar todas las etapas en la secuencia correspondiente y por lo tanto no lograr la comprensión que se persigue. Por esta razón si el profesor con anterioridad ha preparado una serie completa de desarrollo del cigoto y larva fijada por el método que más adelante se detalla, el alumno podrá , a continuación del experimento de fecundación, observar y analizar sin dilatación las etapas embrionarias que la siguen. Sin embargo, lo deseable es que el propio alumno pueda seguir la secuencia natural del desarrollo.

Para fijar embriones en diferentes etapas de desarrollo se puede proceder como sigue:

Se realiza la fecundación en cinco vasos o cápsulas de Petri ó a lo menos, frascos de mermelada bajos de boca ancha. Estos se rotulan

I-II-III-IV-V. A la primera cápsula o cápsula I donde están los huevos recién fecundados se les agrega 2 ml de formol al 10 % por cada 10 ml de agua de mar donde están suspendidos.

Cuando los huevos en la cápsula II están en la etapa 2 ó 3 se procede de un modo igual que con la anterior, Así se continúa sucesivamente hasta tener fijadas todas las etapas.

Precauciones:

Nunca debe adicionarse formol directamente sobre los huevos u otras etapas, ya que el formol se prepara en agua destilada o potable, lo que constituye un medio muy hipotónico para la célula del erizo, y provocará su ruptura (citolisis)

Los huevos y los embriones así conservados pueden durar mucho tiempo, pero poco a poco van perdiendo su coloración (rojo vinoso). Para evitar la pérdida del color, basta seguir un pequeño proceso que aunque minucioso a la larga compensa ya que así se tendrán preparaciones permanentes. Para esto se procede como sigue:

a) Traslado de los huevos con gotario desde el agua de mar con formalina a agua potable.

b) Traslado de los huevos del agua potable a agua destilada.

c) Seguir los pasos sucesivos: Trasladando los huevos a:

I) Alcohol 50° 5 minutos.
II) Alcohol 70° 5 minutos.
III) Alcohol 80° 5 minutos.
IV) Alcohol 95° 5 minutos
V) Alcohol 95° 10 minutos.
VI) Alcohol 100° 10 minutos.
VII) Alcohol 100° 10 minutos.
VIII) Benzol 5 minutos.
IX) Montaje en Bálsamo.

Implicancias Metodológicas de la actividad 4.1.

Es muy importante que si los alumnos siguen por sí mismos el desarrollo natural del erizo de mar, controlen diariamente el estado de desarrollo de los embriones, control que debe prolongarse hasta alcanzar por lo menos el estado de larva Pluteus. Durante estos controles, los alumnos deben registrar sus observaciones anotando el tiempo transcurrido desde la fecundación y dibujar las principales etapas de desarrollo y ordenarlas en la secuencia correcta. Con ayuda del profesor y de la bibliografía podrán por último denominarlas.

Durante los controles, los estudiantes apreciarán la gran cantidad de cigotos que se detienen a distintos niveles del desarrollo embrionario y podrán apreciar que muchos huevos fecundados se pierden. Esto los hará pensar que la especie tiene que asegurarse la reproducción y supervivencia en el tiempo a pesar de esta gran pérdida y por lo tanto producir una inmensa cantidad de gametos de los cuales una parte sólo formarán cigotos y de estos una parte a su vez llegará a constituír nuevos erizos. Es conveniente, además, que los alumnos se percaten de la rapidez con que aparece una larva nadadora capáz de nutrirse y valerse por sí misma, aunque por lo mismo muy indefensa y sometida a las contingencias del medio, principalmente al ataque de predadores. La rápida aparición de la larva está de acuerdo con el poco vitelo que contienen los óvulos que son por lo mismo bastante pequeños.

Actividad 4.2. Observando Metamorfosis de Insectos.

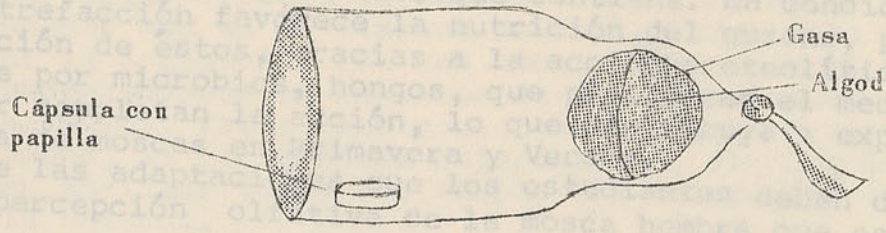
Materiales:

Frasco para preparar frutas en conserva de 1 l.
Algodón.
Gasa o media vieja (una)
Caseína o leche en polvo, queso molido.
Sacarosa.
Levadura.
Tapas de frasco atornillado de 5-8 cm de diámetro.
Pedazo de carne en putrefacción o estiércol fresco.
1 tarro.
Agujas de disección.
Pinceles.

Se ha escogido a la mosca común o la mosca de la carne u otra especie como material para esta actividad. Para iniciar el experimento se pueden cazar moscas adultas machos o hembras que se encierran en un recinto que contenga materia orgánica donde la hembra pueda ovopositar. También se puede simplemente colocar un sebo que atraiga a la hembra ya fecundada que colocará sus huevos sobre él. Tal sebo , debe ser una sustancia nutritiva en descomposición cuyo fuerte olor atraiga al díptero. Para ello basta colocar en un tarro un trozo de carne en cierto estado de putrefacción o algo de estiércol fresco.

En los dos días siguientes aparecerán gusanos blancos pequeños en cualquiera de los sebos. Tales gusanos deben ser trasladados con ayuda de una aguja de disección o pinzas a un frasco previamente montado en la forma siguiente:

En el interior de un frasco de mermelada o fruta en conserva y por lo tanto de boca ancha, se coloca una tapa (que hace las veces de recipiente o plato), lleno de una pasta preparada con caseína, solución de sacarosa al 5 % y lg. de levadura. Se mezcla la caseína con parte de esta solución hasta formar una papilla consistente. Se puede adicionar Tegosept u otro fungicida si se quiere evitar el desarrollo de los hongos aunque no es indispensable. El frasco conviene tenerlo acostado horizontalmente con el tiesto que contiene la pasta en el interior. El frasco se tapona con algodón rodeado de gasa. Una media nylon, o bien un trozo de tul o gasa se sujeta con elásticos alrededor del boquete del frasco y se cierra haciendo un nudo fácil de desatar.



BIBLIOTECA NACIONAL SECCION CHILENA

La caseína , azúcar y levaduras proporcionan los nutrientes necesarios para que la larva siga creciendo y al cabo de unos pocos días (3-5) las larvas muy crecidas ya y que se alimentan activamente abandonan el recipiente que contiene caseína y se fijan en las paredes del frasco donde comienzan a secretar la cubierta que las tranforma en pupa. Las pupas son de color café oscuro casi negro. De estas pupas nacerá en otros 4 días más el imago o insecto. Aproximadamente 10 horas después del nacimiento las hembras pueden ser fecundadas por el macho y ovopositar nuevamente en el tiesto que contiene caseína. Con la postura de huevo de esta nueva generación se completa la observación de un ciclo completo de vida del insecto.

Precauciones:

La mantención de cierto grado de humedad del ambiente interior del frasco es muy importante. La caseína puede secarse muy rápidamente en verano, de ahí que pueda ser necesario que todos los días con una varilla o pipeta se dejen caer gotas de agua en la papilla y se humedezca el algodón que cierra el frasco; si la papilla desarrolla muchos hongos, ésta debe reemplazarze trasladando las larvas con una aguja de disección o pincel y evitando perderlas. Para asegurarse que la papilla vieja no tiene larvas, se puede colocar en ella una cantidad mayor de agua entonces las larvas emergerán saliendo a la superficie.

Implicancias Metodológicas.

La razón de seleccionar a la mosca como material para ilustrar el desarrollo embrionario de un insecto es la extrema facilidad con que se encuentra este material en cualquier punto del país. La mosca tiene además la ventaja de ser de fácil manejo y cultivo. Su mantención es además de bajo costo. Todas las fases de la metamorfosis son visibles a ojos desnudo y muy fáciles de distinguir una de otra. El ciclo de desarrollo dura aproximadamente 15 días.

Los alumnos que trabajen con moscas deberán ellos mismos montar el sebo por la gran motivación que surge al ver aparecer larvas en un trozo de carne o estiércol que no las tenía y a preguntarse quienes serán los posibles padres de esos gusanos (consientes ya que todo ser vivo proviene de otro vivo). El paso siguiente será remedar un medio ambiente semejante al natural dentro de un frasco e ir registrando las observaciones día a día.

Este montaje llevará a los alumnos a comprender que las larvas han logrado adaptarse para utilizar la materia orgánica, aún allí donde pareciera no existir substancias con valor nutritivo (estiércol) Sobre la caseína, el desarrollo de los gusanos es vigoroso por la riqueza y variedad de aminoácidos que contiene. En condiciones naturales la putrefacción favorece la nutrición del gusano, porque permite la liberación de éstos, gracias a la acción proteolítica de enzimas producidas por microbios, hongos, que proliferan el medio. La humedad y el calor completan la acción, lo que contribuye a explicar la mayor abundancia de moscas en Primavera y Verano.

Entre las adaptaciones que los estudiantes deben destacar está la aguda percepción olfativa de la mosca hembra que es atraída por

el olor a materia en putrefacción, permitiéndole ésta característica ubicar el lugar adecuado para ovopositar ; lugar que suministrará a sus crías los nutrientes necesarios para su desarrollo. La poca cantidad de material nutritivo de reserva del huevo conduce a la pronta aparición de una larva capaz de movilizarse y nutrirse por sí sola, pero expuesta a perecer a causa de las contingencias del medio. La falta de agua es solucionada en parte por la cubierta de quitina que posee el tegumento de la larva y por la formación de una pupa inmovilizada y protegida de la cual nacerá el imago.

Los estudiantes deben observar y discutir todas las adaptaciones que se hacen presentes en el desarrollo de éste insecto como también informarse de otras adaptaciones presentes en la mosca y que la hacen uno de los invertebrados terrestres más exitosos en su reproducción.

Esta actividad es realmente rica en posibilidades. Si el interés del grupo que está trabajando y el tiempo lo permite , el profesor podrá asignar verdaderos problemas de investigación como variar la composición del medio nutriente;ej.: excluir proteínas, o modificar otros factores como temperatura y humedad.

Actividad 4.3.- Observando Desarrollo Embrionario De Aves.

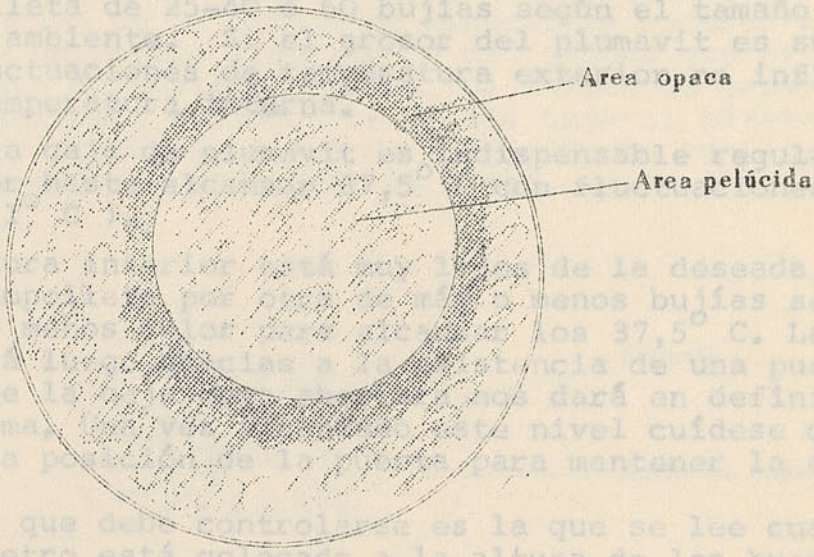
Materiales:

- Solución Tyrode.
- Solución salina isotónica (sol. NaCl 0,90 %)
- Microscopio 100 X.
- Porta y cubre-objetos.
- Tijeras y pinzas finas.
- Cápsulas de Petri.
- Papel de escribir.
- Estufas de plumavit.
- Termómetro.
- Cubetas con agua.
- Tiras de papel filtro de 1 cm. de ancho.
- Vasos de Cognac.
- Vidrios de reloj.
- Pipetas.
- 2 batería de alcohol de 75°- 80°- 95°- 100°.
- Xilol.
- Bálsamo.
- Galociana.
- Cromoalumbre.
- Agua destilada.

A pesar de algunos incovenientes para la incubación de huevos (gallinas) estos ofrecen la enorme ventaja de estar al alcance de todos. Además aun si no dispone de facilidades para mostrar todas las etapas de la incubación con una técnica adecuada el profesor puede lograr preparaciones permanentes de las primeras etapas embrionarias y de los anexos. Estas preparaciones permiten alcanzar la comprensión del fenómeno, si por razones materiales de diversa índole los alumnos no pueden analizar todas las etapas del desarrollo del embrión en su secuencia natural.

La fecundación no es posible observarla en huevos de aves porque es interna. Tampoco es posible observar las primeras segmentaciones pues la gallina pone el huevo (si está fecundado) y éste ya viene con una gran cantidad de surcos de segmentación y próximo a entrar en gastrulación.

La gran cantidad de vitelo que contiene el huevo hace que la segmentación ocurra sólo en un polo de la célula (yema). Esta zona recibe el nombre de"disco germinativo" o " blastodisco ". La segmentación da al"disco germinativo" una apariencia de mosaico.



A pesar de las limitaciones antes señaladas, el huevo de ave es excelente material para observar otras etapas más avanzadas del desarrollo, etapas que son muy semejantes a etapas del desarrollo de un mamífero como es el caso de la formación de somitos y anexos embrionarios. Una vez que se dispone de los huevos fecundados (#) ellos se dejan en reposo por 24 horas de modo tal que el polo más romo y el más agusado queden en posición horizontal; con esto se logra que la yema gire y el disco germinativo se ubique en la parte superior. Por este motivo conviene marcar la parte del huevo que queda hacia srriba con una X asegurándose así que al abrir este punto de la cáscara, se encontrará inmediatamente el blastodisco.

Después de 24 horas de reposo, se ponen los huevos en una estufa de cultivo a 37° - 38° C y se escribe la fecha en la superficie del huevo.

(#) Es esencial proveerse de huevos en algún centro que de la seguridad de que estén fecundados. En Santiago estos centros entre otros son: " Instituto Bacteriológico de Chile ", " Estación Experimental de Platina " (Por Sta. Rosa, paradero 38)

La temperatura a partir de ese momento, se mantiene constante y se otorga humedad al medio ambiente de la estufa. Esto último se consigue de dos maneras:

a) Dejando depósitos de gran superficie (cubetas) llenos de agua dentro de la estufa.

b) Humedeciendo diariamente los huevos con un algodón empapado en agua tibia.

Si se logra mantener constante la temperatura y humedad se conseguirá todo el desarrollo embrionario sin problemas.

Si no se dispone de una incubadora o estufa autorregulable, se puede fabricar un sustituto com medios sencillos y económicos. Este sustituto es una simple caja de plumavit que como fuente de calor lleva una ampolleta de 25-40 ó 60 bujías según el tamaño de la caja y temperatura ambiente. Si el grosor del plumavit es suficiente (2 cm) las fluctuaciones de temperatura exterior no influirán mayormente en la temperatura interna.

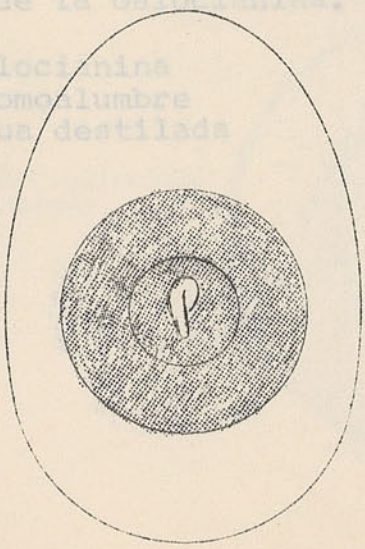
Antes de usar la caja de plumavit es indispensable regular su temperatura interior hasta alcanzar 37,5° C con fluctuaciones de no más de 1°C (± 1° C).

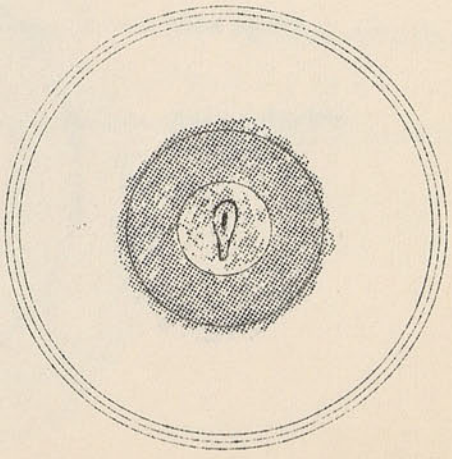
Si la temperatura interior está muy lejos de la deseada, deberá cambiarse la ampolleta por otra de más o menos bujías según se requisiera más o menos calor para alcanzar los 37,5° C. La temperatura se ajustará luego gracias a la existencia de una puerta corrediza lateral de la caja cuya abertura nos dará en definitiva la temperatura óptima. Una vez alcanzado este nivel cuídese de marcar con una raya la posición de la puerta para mantener la abertura adecuada.

La temperatura que debe controlarse es la que se lee cuando el bulbo del termómetro está colocado a la altura de los huevos. El movimiento de convección del aire, hace que dentro de la cámara la temperatura tienda a ser igual en todos sus puntos.

Una vez que la caja de incubación garantice una temperatura estable, se colocan los huevos en su interior junto al recipiente con agua que suministra la humedad requerida y se espera el tiempo calculado para extraer los embriones. Para ello se procede de la siguiente manera:

a) La cámara de aire se perfora con una aguja de disección.
b) La cáscara se rompe trizándola levemente con una tijera por golpecitos sucesivos sobre la X cortándola cuidadosamente alrededor.
c) Una vez que se ha eliminado parte de la cáscara y se tiene una abertura más o menos amplia que permita visualizar al embrión, se deja escurrir parte del albumen para no dañar al embrión al manipular.

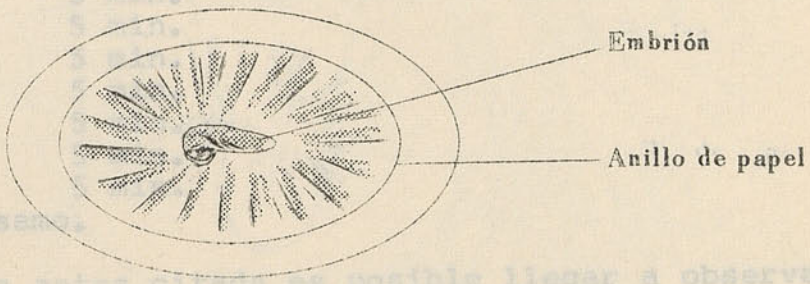




d) Con una tijera fina se separa el embrión del resto de la yema, recortándolo, sin temor, a nivel del área extra embrionario. Se traslada toda la región recortada con una pinza o pipeta a una cápsula de Petri que contenga solución Tyrode o solución salina isotónica (NaCl 0,9 %).

e) Una vez que el embrión está en la cápsula se mueve el suero con cuidado, hasta que se desprenda la membrana vitelina (que es totalmente transparente y que ayuda a reforzar el disco embrionario.

f) Una vez que la membrana vitelina se ha soltado se puede observar el embrión. Como el tejido embrionario es muy delicado, no se le puede tomar con pinzas porque se le destruiría y por lo tanto se procede de la siguiente manera: se recorta un papel en forma de un anillo ligeramente más grande que el trocito de blastodisco que está flotando. El anillo de papel se introduce en la solución salina y se coloca bajo el blastodisco. Con ayuda de las pinzas o agujas de disección se adhieren las paredes del blastodisco al anillo de papel.



g) Se toma luego el anillo de papel con una pinza y se coloca sobre un porta-objeto con solución salina. Ahora podrá llevarse a la lupa o al microscopio con menor aumento (100 X) para observar las estructuras embrionarias. Este anillo de papel con el embrión adherido a él se puede fijar y teñir para tener una preparación definitiva.

Técnica del embrión de pollo " in toto "
Método de la Galocianina. Preparación del colorante.

Galocianina	300 mg
Cromoalumbre	2,5 mg
Agua destilada	100 mg

La galocianina se disuelve en agua, se agita y filtra. El filtrado se desecha y se sigue trabajando con el polvo que queda pegado al papel filtro. Este polvo se echa (con papel) en un vaso de agua destilada y se pone a hervir para que él se desprenda del papel. Para facilitar la operación se puede picar el papel previamente. Se sacan los restos del papel y se agrega cromoalumbre. Se hierve por 30 minutos. La solución se deja enfriar previamente completando hasta 100 ml con agua destilada. Se filtra y guarda.

Procedimientos para teñir el embrión de pollo.

Se fija en alcohol de 95 grados, y en forma sucesiva se rebaja la concentración a través de los siguientes pasos.

Alcohol	80°	5 min.
Alcohol	80°	5 min.
Alcohol	75°	5 min.
Alcohol	75°	5 min.
Agua destilada		10 min

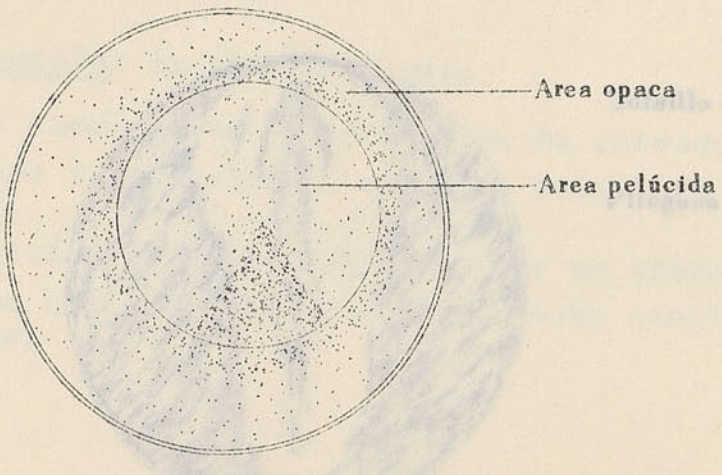
Se tiñe hasta que el tejido embrionario tome un tinte celeste.
Se enjuaga en agua destilada.
Se deshidrata procediendo al revés de lo hecho anteriormente.

Alcohol	75°	5 min.
Alcohol	80°	5 min.
Alcohol	95°	5 min.
Alcohol	100°	5 min.
Alcohol	100°	5 min.
Xilol		5 min.
Xilol		5 min.

Se monta en bálsamo.

Con la metódica antes citada es posible llegar a observar etapas que van de la segmentación hasta la colonización del embrión por los elementos sanguíneos que se forman en los islotes ubicados en el área extraembrionaria. Los cambios mas importantes que son dables a observar son:
12 horas de incubación: Formación de líneas primitivas.

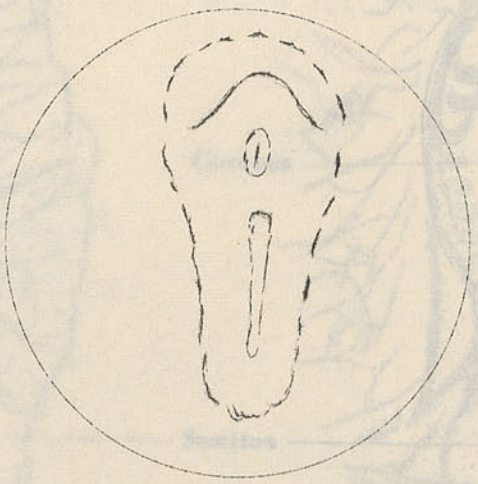
En esta etapa el mesoderma ubicado en la superficie del disco germinativo converge hacia la porción media y posterior del disco embrionario. El endoderma que también estaba ubicado en la superficie del disco embrionario ha caído sobre la membrana vitelina que cubre a la yema y se ha dispuesto como una capa unicelular.



18 horas de incubación: Es posible observar.

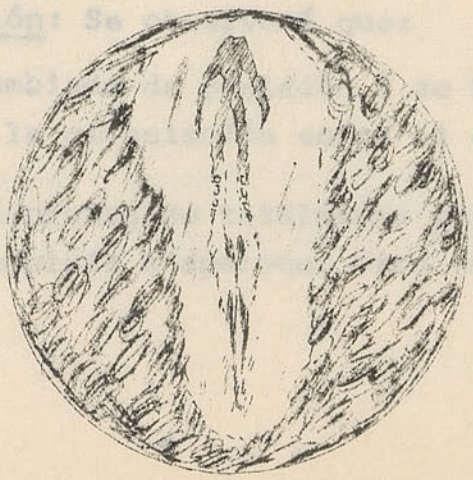
a) La transformación de línea en surco primitivo: esto indica que las células se están invaginando por el surco y disponiéndose entre el endoderma precozmente migrado, y las células que no participaron en la formación de la línea primitiva; estas células constituyen el ectoderma.

b) Se puede observar que el surco primitivo está ensanchado en su extremo anterior y en el ensanchamiento se ve una depresión por donde se han introducido un grupo de células que formarán la cuerda dorsal (prolongación cefálica). La cuerda dorsal es importante, porque ella es la responsable de inducir la formación del sistema nervioso a partir del ectoderma y por otra parte porque interviene en la formación del eje de la columna de los vertebrados.



24 - 26 horas de incubación:

1º Aparecen los islotes vasculares en el área extraembrionaria.
2º Surco neural (inicio formación del sistema nervioso).
3º Primeros somitos a partir del mesoderma que se introdujo por el surco primitivo.
4º Celoma o cavidad del cuerpo.

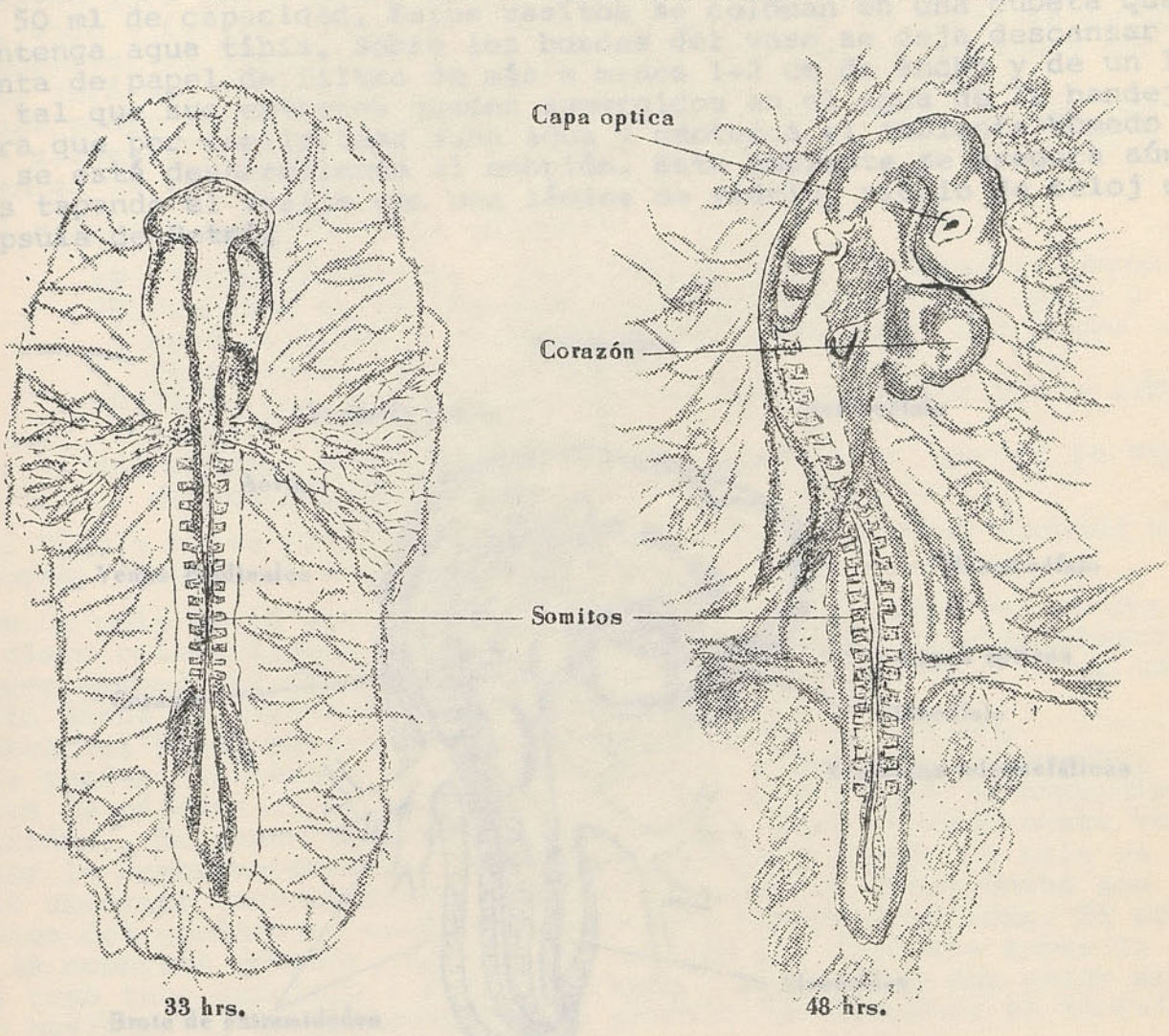


40-49 horas de incubación: Se puede observar.

a) Tubo nervioso con su extremo anterior dilatado formando vesículas, el futuro encéfalo.

b) Corazón en forma de un tubo curvado, y que se puede o no contraer. Se presenta todavía vacío, sin sangre.

c) En el área embrionaria los islotes se han unido formando plexos los que convergen hacia el embrión y que terminará por contactar con los vasos vitelinos. En este punto se iniciará por primera vez la circulación intra embrionaria.



52-56 horas de incubación: Se observará que:

a) La cabeza ha cambiado de posición (se ha curvado).

b) Se ha iniciado la circulación entre el embrión y el saco vitelino.

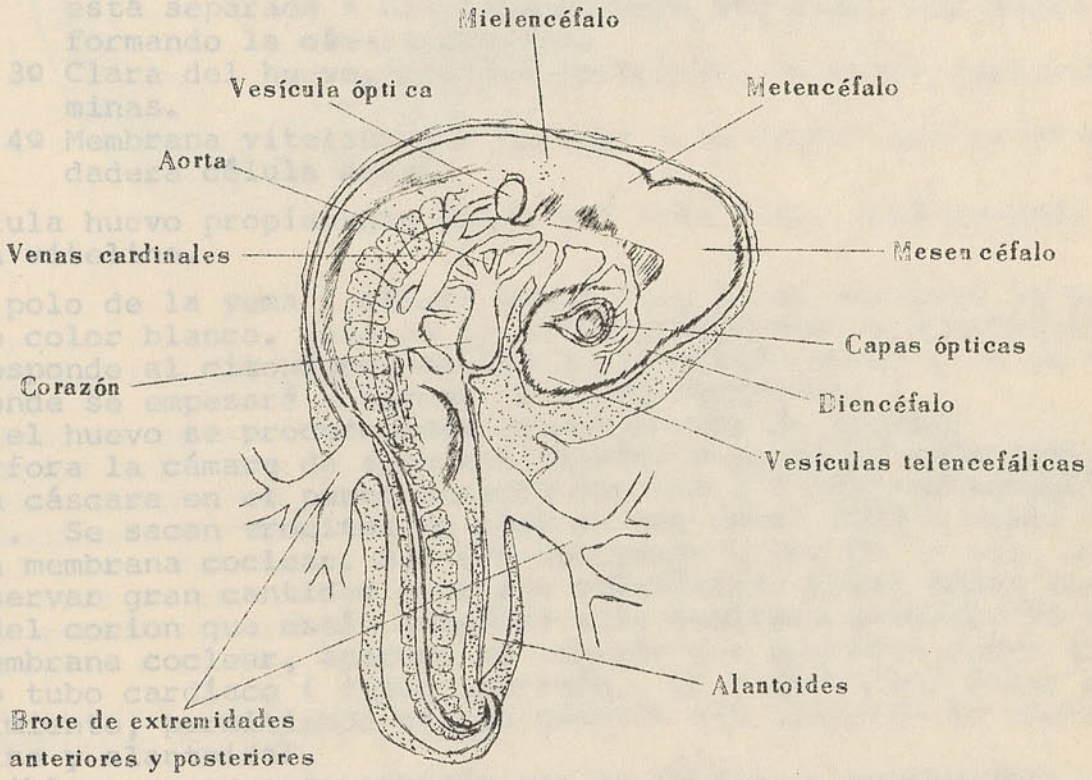
c) El embrión está protegido totalmente por un anexo: el amnios.

d) En esta etapa empieza a aparecer otro anexo embrionario : el alantoides.

72 - 84 horas de incubación:

El embrión mucho más desarrollado se ha flectado aún más. Se puede observar el corazón latiéndo aceleradamente enviando la sangre que viene desde el saco vitelino hacia la región de los arcos branquiales, en donde esas arterias se transforman posteriormente en los vasos que irrigarán: los pulmones, cabeza, cuello y extremidades anteriores.

Todas las estructuras antes indicadas, el alumno puede observar las in vitro y en forma continuada, para esto basta preparar una estufa o caja de plumavit como se dió a conocer anteriormente y colocar los huevos en el interior de vasitos tipo " cognac " de no mas de 50 ml de capacidad. Estos vasitos se colocan en una cubeta que contenga agua tibia. Sobre los bordes del vaso se deja descansar una cinta de papel de filtro de más o menos 1-2 cm de ancho y de un largo tal que sus extremos queden sumergidos en el agua de la bandeja, para que por capilaridad suba agua y mantenga el ambiente húmedo donde se está desarrollando el embrión. Este ambiente se asegura aún más tapando el vasito con una lámina de vidrio, vidrio de reloj o cápsula de Petri.



En estas condiciones se puede observar; crecimiento de disco embrionario, aparición de islotes sanguíneos, crecimiento y curvaturas del embrión, y circulación intra y extra embrionaria y corazón latiendo.

Actividad 4.4. Observando Anexos Embrionarios En Embrión De Pollo.

Materiales:

Lupa estereoscópica.
Huevos de 90 -96 horas de incubación.
Tijeras o pinzas finas.
Solución Tyrode o Suero fisiológico (Sol. NaCl 0,9 %).

Entre las 90 y 96 horas de incubación el huevo está en condiciones ideales para poder observar los anexos embrionarios: corion, alantoides, saco vitelino y amnios. Poco después de las 96 horas no es posible observar el alantoides que se ha fusionado con el corion y por lo tanto será muy difícil reconocerlo como estructura aislada.

Para poder observar y reconocer los anexos es necesario que los alumnos conozcan primero cuales son las estructuras o partes de un huevo antes de la incubación

a) Membrana de protección al huevo.

1º Cáscara (cáscara y provista de gran cantidad de poros)
2º Membrana de la cáscara u membrana coclear, es doble y está separada a nivel de el polo más romo del huevo formando la cámara de aire.
3º Clara del huevo, rica en proteínas, la mayor parte albúminas.
4º Membrana vitelina que protege a la "yema" que es la verdadera célula huevo.

b) Célula huevo propiamente dicha o " Yema " que está rodeada por la membrana vitelina.

En un polo de la yema (célula huevo) se puede observar un pequeño disco color blanco. Este es el disco germinativo o blastodisco y que corresponde al citoplasma activo de la célula huevo y es en este punto donde se empezará a formar el nuevo individuo.
Para abrir el huevo se procede como anteriormente se indicó.

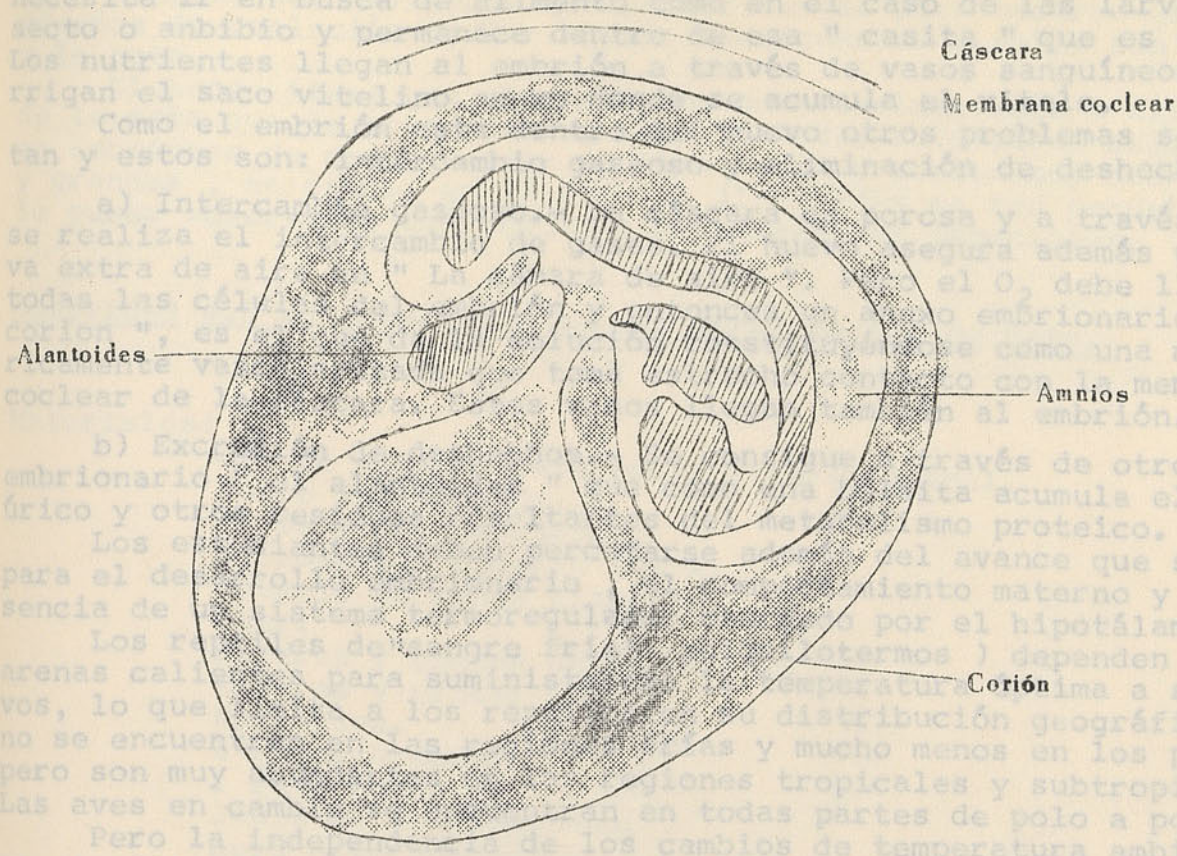
Se perfora la cámara de aire con tijeras o aguja de disección, se triza la cáscara en el punto marcado con una X (allí se encuentra el embrión). Se sacan trocitos de cáscara con sumo cuidado hasta ver aparecer la membrana coclear. Por transparencia a través de ella es posible observar gran cantidad de vasos sanguíneos. Estos vasos son los vasos del corion que están adosados a la membrana coclear. Si se rompe la membrana coclear, aparece el embrión que descansa sobre la yema y cuyo tubo cardíaco (futuro corazón) se destaca por estar en activo movimiento, permitiendo que se efectúe sin tropiezo la circulación vitelina y alantoidal.

Es posible separar este embrión por la técnica anteriormente explicada, transpasándolo con sumo cuidado a una cápsula con Tyrode o solución isotónica.
Se puede observar perfectamente con una lupa manual.

Todo el embrión está rodeado de un tejido traslúcido sin irrigación que delimita a un medio líquido en el cual él está sumergido. Este anexo corresponde al amnios.

Una vesícula pequeña yace en el extremo caudal del embrión ventral. La vesícula tiene forma de pera y sus paredes están ricamente

irrigadas. Este anexo es el alantoides que continuará creciendo en el espacio que queda entre el amnios , corion y saco vitelino.



Actividad 4.4 con Implicancias Metodológicas.

Es importante que los alumnos no sólo identifiquen los anexos embrionarios del pollo y conozcan para que sirve, sino que también ellos deben comprender que los anexos han significado evolutivamente, soluciones adpatativas a problemas que se presenta a las especies al pasar del medio acuático al terrestre.

Las aves no escapan a estas consideraciones generales y por diversos mecanismos ellas se aseguraron que el desarrollo embrionario llegase a feliz término.

Los alumnos deben considerar (motivados por el profesor) que el ambiente terrestre significa:

a) Cambios bruscos de temperatura.- Como el huevo requiere una temperatura óptima (37°C) para su desarrolllo, la madre empolla al huevo y con el calor de su cuerpo le proporciona la temperatura adecuada. Por ser organismos homotérnos, la madre constituye así la mejor estufa con termostato.

b) Falta de humedad.- Los seres vivos no pueden vivir sin agua y en la tierra ellos corren el riesgo de perder el agua del organismo. El huevo se cubre así de una cubierta poco permeable, calcárea que evita una evaporación exesiva y que también proteje al embrión. La madre también en este caso recostada sobre los huevos, evita una evaporación excesiva.

La cáscara que en parte proteje al embrión de la evaporación como de las contingencias del medio, no es suficiente. En verdad el embrión debe estar rodeado de un líquido protector y por eso se encuentra dentro de una bolsa acuosa que es el " amnios ".

c) Búsqueda del alimento.- En el caso del embrión de las aves como en los reptiles, la nutrición está asegurada por una gran reserva de material nutritivo en el citoplasma del huevo.Así el embrión no necesita ir en busca de alimento como en el caso de las larvas de insecto o anbibio y permanece dentro de esa " casita " que es el huevo. Los nutrientes llegan al embrión a través de vasos sanguíneos que irrigan el saco vitelino anexo donde se acumula el vitelo.

Como el embrión esta dentro del huevo otros problemas se presentan y estos son: intercambio gaseoso y eliminación de deshechos:

a) Intercambio gaseoso.- La cáscara es porosa y a través de ella se realiza el intercambio de gases. El huevo asegura además una reserva extra de aire en " La cámara de aire ". Pero el O_2 debe llegar a todas las células del embrión y entonces un anexo embrionario, " el corion ", es el que da la solución constituyéndose como una membrana ricamente vascularizada que toma estrecho contacto con la membrana coclear de la cáscara. Estos vasos llegan también al embrión.

b) Excreción de deshechos.- Se consigue a través de otro anexo embrionario " el alantoides " que como una bolsita acumula el ácido úrico y otros residuos resultantes del metabolismo proteico.

Los estudiantes deben percatarse además del avance que significó para el desarrollo embrionario , el comportamiento materno y la presencia de un sistema termoregulador otorgado por el hipotálamo.-

Los reptiles de"sangre fría"(poiquilotermos) dependen de las arenas calientes para suministrarse la temperatura óptima a sus huevos, lo que limita a los reptiles en su distribución geográfica; ellos no se encuentran en las regiones frías y mucho menos en los polos pero son muy abundantes en las regiones tropicales y subtropicales. Las aves en cambio se encuentran en todas partes de polo a polo.-

Pero la independencia de los cambios de temperatura ambientales no significaría nada si el comportamiento de la madre no se hubiera también evolutivamente modificado. La madre no puede abandonar a los huevos sin privar a éstos de su calor corporal. El reptil que abandona a sus huevos en la arena caliente, en parte sólo asegura el desarrollo embrionario de sus hijos pues quedan sometidos a las contingencias del medio y sobretodo a la voracidad de predadores.

El profesor puede perfectamente sugerir a los alumnos estas ideas suministrándoles un cuestionario cuyas preguntas motivarán a los niños a pensar y buscar en la bibliografía las posibles soluciones adaptativas de las aves.

Actividad 4.5.- Observando Anexos Embrionarios En Mamíferos.

Existen dos mamíferos que pueden servir para mostrar grados opuestos de evolución de los anexos embrionarios , ellos son el cerdo y la rata.

El cerdo tiene una placenta muy poco evolucionada a diferencia de la rata que la presenta muy desarrollada. Esto puede explicar que en embriones de cerdo exista un alantoides y corion muy desarrollados y grandes , en cambio en la rata el alantoides es tan pequeño que solo puede observarse con técnicas microscópicas especiales.

Actividad 4.5 a. Observando Anexos Embrionarios De Rata.

Materiales:

Asa de alambre para hacer frotis vaginal.
Suero fisiológico.
Porta y cubre-objetos.
Microscopio aumento 100 X.
Gotario de punta flameada.
Eter.
Tijeras y pinzas de disección.
Tijeras y pinzas finas,
Formalina.
6 ratas hembras.
1 rata macho.
Jaula de apareamiento.
Lupa estereoscópica.
Aguja Nº 20.
Jeringa de tuberculina o de 1 ml.
Porta objeto excavado.

La rata tiene un período de gestación de más o menos 21 días; para observación de los embriones y examen simultáneo de los anexos, se utilizan embriones de 13-14 días de desarrollo. Para esto es necesario poner en una jaula 5 a 6 hembras adultas con un macho y controlar todos los días a las hembras observando el orificio genital, para ver el " tapón vaginal" signo evidente que ha habido cópula. Este tapón no es más que líquido seminal del macho que ha coagulado en contacto con el aire. El tiempo que dura el tapón sin alterarse es corto, pues rapidamente es disuelto por enzimas existentes en el tracto vaginal de la hembra. Por este motivo puede que no se encuentre tapón vaginal, pero si espermios en el interior de la vagina. Del interior de ésta se extrae una muestra del contenido con un gotario, cuyo extremo ha sido flameado o bien con un asa de alambre que se introduce en el orificio genital y que posteriormente se mezcla con una gota de suero fisiológico colocada en el centro de un porta-objeto (frotis vaginal)

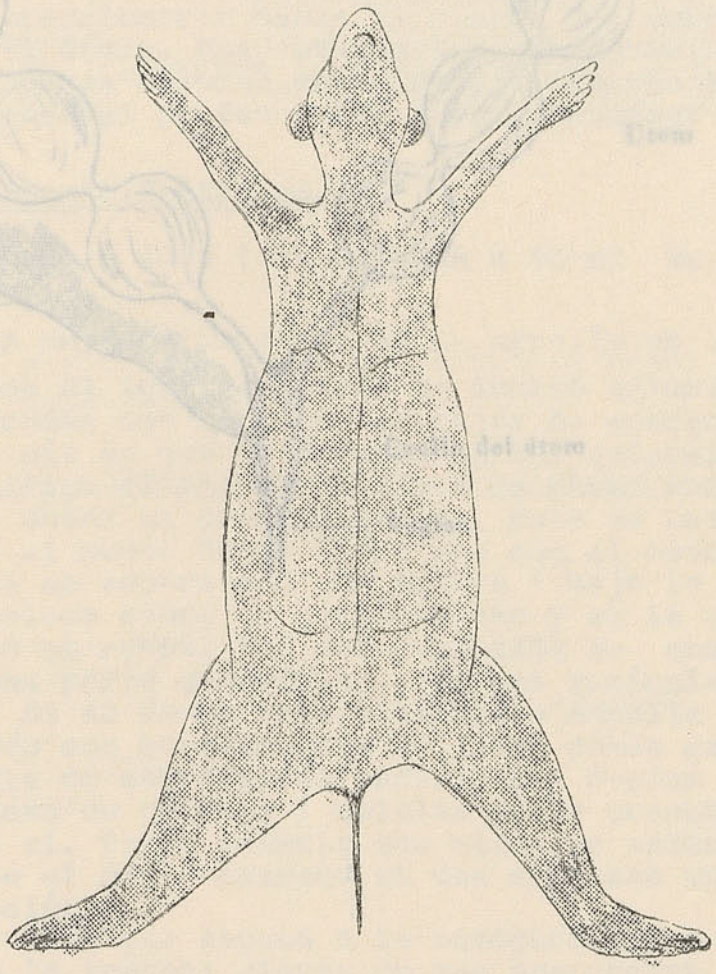
La muestra se observa al microscopio con menor aumento . Junto a gran cantidad de células desprendidas de la pared de la vagina es posible ver manojos de espermios que pueden estar móviles o inmóviles, dependiendo del tiempo que haya transcurrido desde la cópula.

El día que se encuentran los espermios se considera como el día uno (1) del desarrollo embrionario. Existe la seguridad de que ha ocurrido la fecundación pues la rata acepta al macho solo cuando está en un estado fisiológico especial (estro) y que coincide con la ruptura de los folículos de Graff, (ovulación).

El día 13 o 14 del desarrollo, se procede a obtener los embriones teniendo las precauciones que se indican a continuación.( ).

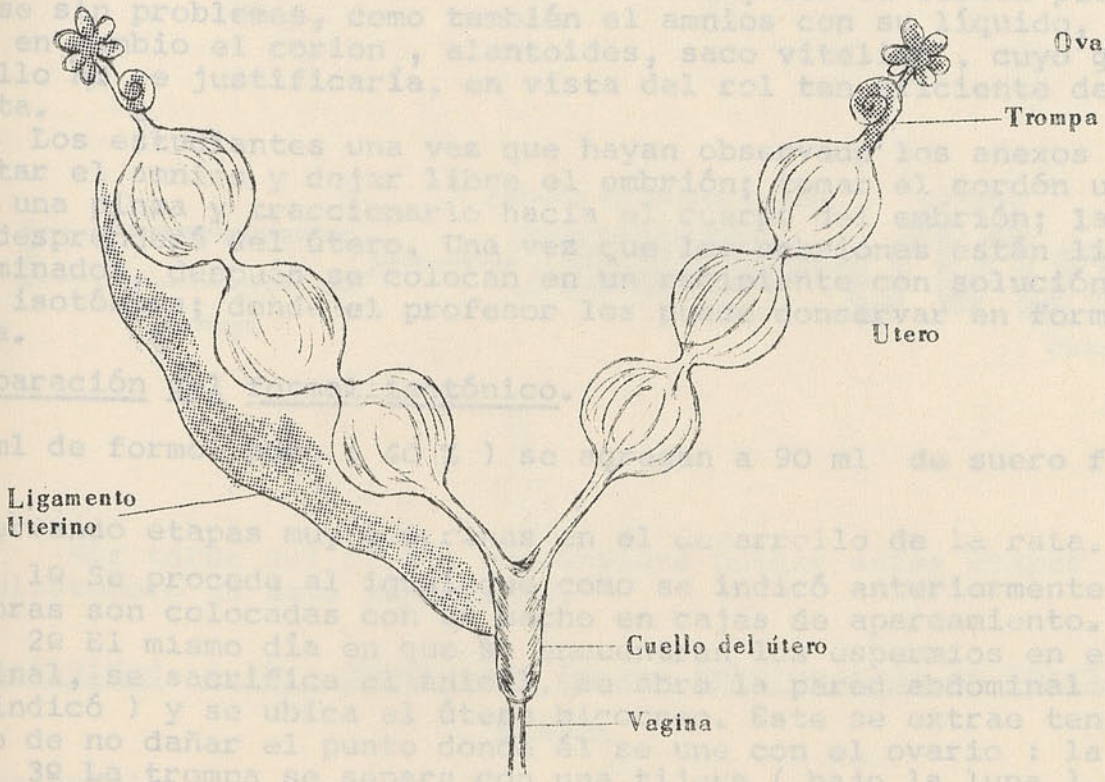
a) Sacrificar la rata hembra con anestesia (éter).

b) Abrir la cavidad abdominal teniendo cuidado de no dañar las estructuras internas. Una vez abierta la musculatura en la línea media, se procede a cortar dicha musculatura transversalmente en la porción inferior. De esta manera se tiene a la vista un campo mucho mayor, más despejado lo que facilitará la manipulación.



Luego, lateralmente se verá una estructura en V, los cuernos uterinos que se presentan ricamente irrigados con engrosamiento al igual que un rosario. Si se pone atención en su superficie, se observará que los embriones que están en su interior se mueven activamente como consecuencia de que ya no reciben O_2 ni pueden entregar catabolitos.

Con una pinza fina se coge el útero y se observa en su estremo cefálico los ovarios, los cuales poseen sendos cuerpos lúteos. Los estudiantes deben contar los cuerpos lúteos y darse cuenta que coinciden en número con los fetos encontrados en el interior del útero.



Es conveniente recordar que en los mamíferos inferiores el útero se presenta bicorneo, en cambio en los antropoides es único. Se procede luego a separar todo el tracto cortando el meso (pliegue peritoneal que lo une a la pared dorsal de la rata)y una vez separado, se pasa a un vidrio o superficie lisa; cortando los 2 extremos; el extremo cefálico entre la trompa y el útero y el extremo caudal a nivel de la bifurcación del útero.

Introduciendo la tijera fina por el lumen del útero se corta la pared teniendo cuidado de no romper a las estructuras que rodean al embrión. Se abre la pared uterina , los embriones quedarán expuestos. Ellos están rodeados por una membrana totalmente transparente, en cuyo interior está el embrión flotando en un líquido; esta estructura corresponde al amnios y el líquido que lo baña, al líquido amniótico.

Ellos además están unidos a la pared del útero por medio de una masa de tejido rojo y de forma discoidal, que es la placenta. De ésta parte un pedículo que la une al embrión, es el cordón umbilical. El cordón está hecho de una substancia transparente en cuyo interior corren los vasos umbilicales (1 vena y 2 arterias)

Esta placenta altamente desarrollada, con su cordón puede observarse sin problemas, como también el amnios con su líquido, pero no así en cambio el corion , alantoides, saco vitelino , cuyo gran desarrollo no se justificaría, en vista del rol tan eficiente de la placenta.

Los estudiantes una vez que hayan observadp los anexos pueden cortar el amnios y dejar libre el embrión; tomar el cordón umbilical con una pinza y traccionarlo hacia el cuerpo del embrión; la placenta se desprenderá del útero. Una vez que los embriones están libres son examinados, después se colocan en un recipiente con solución de formol isotónica; donde el profesor los puede conservar en forma indefinida.

Preparación del formolisotónico.

10 ml de formol puro (40 %) se agregan a 90 ml de suero fisiológico.

Observando etapas muy tempranas en el desarrollo de la rata.

1º Se procede al igual que como se indicó anteriormente. Ratas hembras son colocadas con un macho en cajas de apareamiento.

2º El mismo día en que se encuentran los espermios en el frotis vaginal, se sacrifica el animal, se abre la pared abdominal (como ya se indicó) y se ubica el útero bicorneo. Este se extrae teniendo cuidado de no dañar el punto donde él se une con el ovario : la trompa.

3º La trompa se separa con una tijera (bajo la lupa). Una vez separada se la coloca sobre un porta-objeto y se la estira teniendo cuidado de que no se rompa. Una vez extendida se observará que en un punto, aparece una parte globulosa, como una vesícula llena de líquido transparente. Si se rompe esta vesícula o ampolla se verá que sale de ella un líquido con consistencia de jalea donde están distribuídos un número variable de estructuras esféricas (óvulos) rodeados por una masa gelatinosa de células (células de la granulosa) que unen los óvulos entre sí. Puede ocurrir que ellos ya estén fecundados. Esto se sabe porque el óvulo aparece en una membrana engrosada (membrana de fecundación)

En los tres días que siguen a la metódica antes indicada es posible encontrar en la trompa; etapas en que apareceran 2,4, y 8 blástomeros, mórula etc.

A medida que pasa el tiempo las diferentes etapas antes nombradas se ven más cerca del útero y más lejos del ovario.

4º El día 3, 4, y 5 ya no se encuentran etapas en la trompa, ellas están ubicadas en el útero donde se implantarán.

Aquí podemos observar las etapas de mórula o blastoquíste. El método para extraer mórulas o blastoquíste del útero es algo diferente a la utilizada para extraer óvulos en etapas más primitivas. Para ello se efectúa un " lavado " del útero y trompa; cortando el extremo del útero y de la trompa y separando a ésta última del ovario. Con una jeringa provista de una aguja Nº 20 (para inyección endovenosa) se hace pasar suero fisiológico (no más de 0,5 ml) desde el útero a la trompa y éste se recibe en un porta excavado o un vidrio de reloj. Se enfocará con lupa las estructuras señaladas, suspendidas en la solución y es posible observar entonces los detalles de las etapas allí presentes.

Más tarde del 5º día no conviene buscar estas etapas pues el blastomero ya está implantado.

Actividad 4.5b.- Observando Anexos Embrionarios en Embriones de Cerdo.

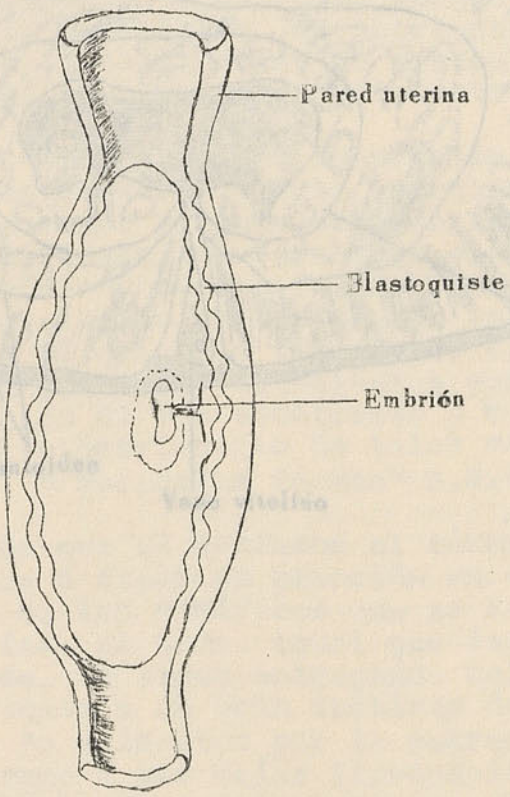
Material:

Tijeras de punta roma.
Pinzas diente de ratón.
Utero de cerda preñada de varias edades.
Bandejas.
Suero fisiológico.
Formalina.

Los embriones de cerdo son excelente material para la observación de anexos embrionarios debido a que las relaciones materno-fetales son muy primitivas. Los anexos que se observan aquí son: corion, alantoides que en la rata no tienen un desarrollo muy grande. En cambio en el embrión de cerdo, tales anexos alcanzan un desarrollo que se puede considerar realmente extraordinario.

En el cerdo hembra, el útero es bicórneo (#) y en cada cuerno se observan engrosamientos cuyo número está en correspondencia con el número de embriones existentes en su interior. El útero y su contenido pueden examinarse inmediatamente pero también es posible manipularlos después, dejándolos dentro de un refrigerador por un día a dos a temperatura baja pero sin congelarlos.

Es conveniente que los estudiantes observen el tracto genital de la cerda, identificando sus partes y al mismo tiempo comparándolo con el de la rata. Con ayuda de una tijera conviene separar la porción en que el útero se une a la trompa y también el punto de unión de ambos cuernos uterinos. A continuación con ayuda de una tijera de punta roma y una pinza diente de ratón, se levanta la pared del útero y se corta cuidando de no dañar las envolturas del embrión que se encuentra en su interior. Luego se levanta y se separa la pared cortada del útero y se observa que en su interior existen bolsas llenas de líquido que se desprenden de las paredes uterinas con gran facilidad. Se puede dejar libre una de estas bolsas, colocándola en una bandeja y se procede a observarlas con detención. Cada una de estas bolsas corresponde a un blastoquíste y por lo tanto a un embrión que se está desarrollando. El blastoquíste puede alcanzar tamaños hasta de 40 cm.

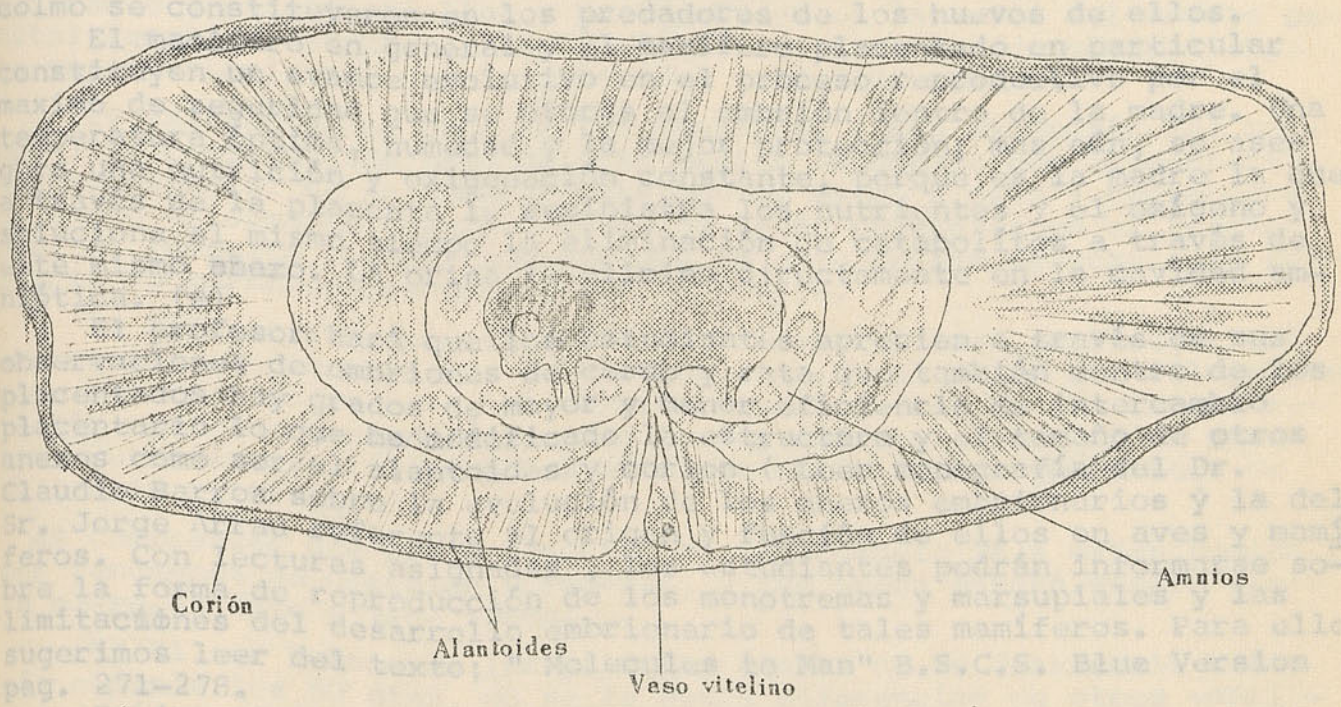


(#) La obtención de úteros de cerda en Santiago no es problema, como tampoco lo es en ciudades donde haya matadero. En Santiago se sacrifican todos los días; basta entonces ir al Matadero y elegir el tracto genital que en el caso de la hembra alcanza a más de 50 cm.

Si el alumno observa cuidadosamente el blastoquíste podrá notar que su pared está formada por 2 hojas irrigadas. Los alumnos pueden a continuación separarlas sin romper la estructura y evitar así que el líquido existente en su interior se derrame. La hoja mas externa corresponde al corión y la mas interna al alantoides que se ha desarrollado exageradamente, debido a la vincualción extremadamente laxa existente entre la pared uterina y la pared del corión.

El blastoquíste se desprende facilmente de la pared del útero lo que no ocurre con el feto de rata en la cual la placenta está bastamente adherida a las parede uterinas de la madre.

Al romper la membrana se verá que en el interior se ubica el feto rodeado por otra membrana, (avascular y también llena de líquido) este anexo corresponde al amnios y el líquido, al " líquido amníotico ".



Una vez observadas estas estructuras se procede a fijar el material en solución de formalina isotónica al 10%. Los embriones pueden fijarse en formalina.

También es posible fijar blastoquístes enteros que se pueden guardar para cuando se necesiten nuevamente. En este caso es recomendable sacar algo del líquido contenido en el interior de la vesícula alantoidal y que en su reemplazo inyectar en el interior de este anexo formalina. Una vez realizada esta actividad se coloca el blastoquíste total en un recipiente con formalina cuidando que quede totalmente sumergido.

Implicancias Metodológicas De Las Actividades 4.5 a y b.

Como en el caso anterior de las aves el profesor debe nuevamente tratar que los alumnos comprendan que en los mamíferos se ha producido un avance evolutivo en las soluciones adaptativas encontradas por las especies terrestres. El éxito reproductivo de los mamíferos placentados lo demuestra su expansión geográfica: se encuentran en todos los ambientes, polares, tropicales, desérticos y en ciertos casos algunos mamíferos han vuelto al mar como en el caso de los cetáceos.

Evolutivamente desplazaron a los grandes reptiles de la tierra que no pudieron competir reproductivamente con ellos, los que para colmo se constituyeron en los predadores de los huevos de ellos.

El mamífero en general y el mamífero placentado en particular constituyen un avance evolutivo en el proceso reproductivo por el maximo de seguridad que se otorga al embrión dentro de la madre. Una temperatura óptima, humedad y la mejor protección; mas aún, se asegura una nutrición y oxigenación constante, porque es la madre la que a través de la placenta le suministra los nutrientes y el oxígeno y soluciona al mismo tiempo la eliminación de catabolítos a través de este mismo anexo. La orina la elimina directamente en la cavidad amniótica. (#)

El profesor hará que los estudiantes aprecien a través de sus observaciones de embriones de cerdo y rata que también dentro de los placentados hay grados de mayor y menor eficiencia de intercambio placentario lo que ha modificado la estructura y el tamaño de otros anexos como ser el alantoides y corion (Leer monografía del Dr. Claudio Barros sobre la evolución de los anexos embrionarios y la del Sr. Jorge Arrau referente al origen y función de ellos en aves y mamíferos. Con lecturas asignadas , los estudiantes podrán informarse sobre la forma de reproducción de los monotremas y marsupiales y las limitaciones del desarrollo embrionario de tales mamíferos. Para ello sugerimos leer del texto; " Molecules to Man" B.S.C.S. Blue Version pag. 271-278.

Es importante también que el profesor al término de esta unidad conduzca a sus estudiantes a fijar su atención en el evolucionado comportamiento de la hembra de los mamíferos que se traduce en los cuidados que prodiga a sus crías. La madre igual que las aves, no abandona a sus crías recién nacidas. Le sigue entregando calor, protección contra predadores a cabo gracias a un gran instinto de protección hacia su prole y al suministro de alimentos por la secreción láctea, y en muchos casos la hembra carga a sus crías llevándolas consigo. Si el tiempo lo permite sería adecuado que los alumnos observaran los cuidados que prodiga la madre rata o cualquier mamífero doméstico a sus crías. Igualmente en este caso el profesor puede suministrar un cuestionario que permita a sus alumnos analizar comparativamente la eficiencia de la función reproductora de los mamíferos placentados como los marsupiales, monotremas y las aves. Estas conclusiones deben llevarse a una discusión final donde todos los alumnos participen.

(#) Como un avance a las actividades que desarrollará más adelante el alumno, puede ser oportuno que el profesor señale que tanto la producción de leche(mamíferos); como la actitud de protección a la cria, estan influenciados por procesos neuro endocrinos(hipotálamo-hipófisis) que influyen en la producción de prolactina.

S I T U A C I O N D E A P R E N D I Z A J E 5.

" En el hombre y en la mayoría de los mamíferos, durante el desarrollo embrionario ocurren cambios progresivos en el útero y se forman anexos que permiten el desarrollo y nutrición del feto. "

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE PERSIGUEN CON LAS ACTIVIDADES DE LA SITUACION DE APRENDIZAJE 5.

Al término de las actividades que a continuación se desarrollan los alumnos serán capaces de:

1º Concebir que por razones de la fecundación interna, en el macho se han adaptado órganos que aseguran la fecundación y que ayudan a que los espermios queden más cerca del óvulo (órgano copulador o pene).Además por la secreción de glándulas cuyo producto se vierte al tracto genital masculino y que queda en el interior del tracto genital femenino después de la cópula, se asegura por un mayor tiempo la supervivencia del gameto masculino (líquido seminal).

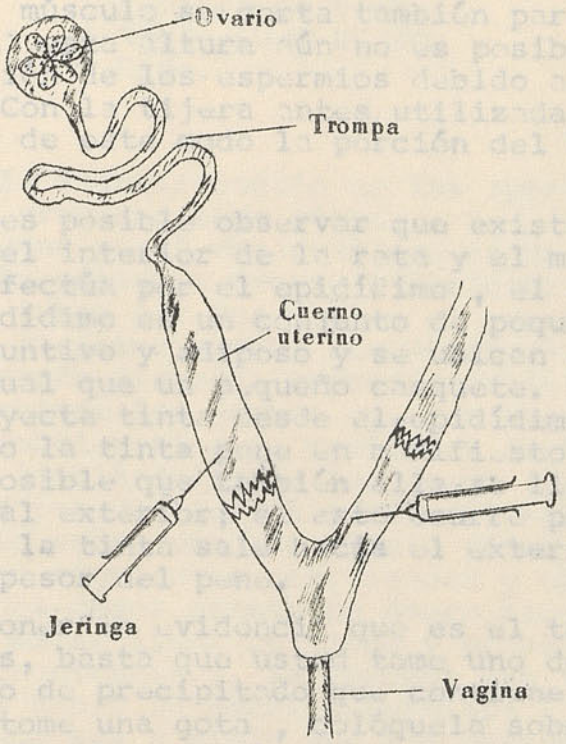
2º Valorar en el caso de los mamíferos (con excepción del hombre) la reproducción está en gran medida asegurada por el comportamiento especial de la hembra (período de estro o celo) que acepta al macho únicamente cuando los óvulos están presentes en el tracto genital femenino, comportamiento que en gran medida se debe a la presencia de hormonas producidas por el ovario.

3º Aplicar sus conocimientos anteriores al caso particular del desarrollo embrionario del ser humano. Siendo el huevo una célula con poco material de reserva, el embrión deberá entrar en una íntima relación con el organismo materno a través del cual obtendrá el material nutritivo y el O_2 y podrá eliminar catabolitos resultantes de su propio metabolismo.

4º Comprender que en la placenta el intercambio va a estar regido por fenómenos de difusión y osmosis, y que nunca pasará sangre desde la madre al feto o vice versa.

5º El ser humano en las primeras etapas de su desarrollo hasta más o menos los 50 días, no se le puede diferenciar de otros embriones mamíferos, denominando a esta etapa como " etapa de embrión " y es en ésta donde ocurre la diferenciación del individuo. A los 60 días del desarrollo el ser humano ya tiene aspecto de tal y desde este momento ya empieza a hablar de una"etapa fetal" en la cual prima el crecimiento sobre la diferenciación.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA



Actividad 5.1b. Observando Aparato Reproductor Masculino.

Materiales:

Ratas machos.
Material quirúrgico.
Tinta para escribir.
Jeringa de 5 ml.
Agujas Lüer Nº 26 o 27.
Vaso de precipitado de 25 ml.
Porta-objetos.
Cubre-objetos.
Microscopio.

Al igual que en la hembra consta de una glándula sexual o gónada (testículo) que es la productora de espermios y una serie de conductos que servirán como vías de eliminación de ello durante la cópula. Una serie de glándulas cuyos productos se vierten en estas vías

ayudarán a la formación del semen que es el vehículo de transporte de los espermios. Para poder poner en manifiesto las vías de elimina ción del espermio se procede como sigue:

1º Se sacrifica una rata macho. Una vez muerta se abre el escroto en la línea media, enseguida se abre el plano muscular, apareciéndo ambos testículos, éstos se traccionan fuera del cuerpo del animal, cuidando de no dañar la porción del epidídimo de ellos.

2º Con una tijera de punta redonda se abre la piel de la pared abdominal; el músculo se corta también para dejar libre el campo de ob servación. A esta altura aún no es posible ver claramente las vías de eliminación de los espermios debido a que el pubis con su sínfisis lo cubren. Con la tijera antes utilizada se corta lateralmente el pu bis dejando de este modo la porción del bajo vientre libre y despejada.

3º Ahora es posible observar que existe una comunicación entre el testículo, el interior de la rata y el medio ambiente. Esta comunicación se efectúa por el epidídimo , el conducto deferente y la uretra. El epidídimo es un conjunto de pequeños tubos que se unen con tejido conjuntivo y adiposo y se ubican descansando sobre el testículo, al igual que un pequeño casquete. Para visualizar todas estas vías, se inyecta tinta desde el epidídimo hacia el cuerpo del animal; se verá como la tinta pone en manifiesto los conductos por donde ella viaja; es posible que también ella se llegue a alojar en la vejiga y no salga al exterior; si esto ocurre presione la vejiga suavemente, y verá como la tinta sale hacia el exterior por la uretra que se ubica en el espesor del pene.

4º Para poner en evidencia que es el testículo el órgano productor de espermios, basta que usted tome uno de ello lo corte y lo coloque en un vasito de precipitado que contiene suero fisiológico; de esta suspensión tome una gota , colóquela sobre un porta-objeto y después de cubrirla la observa al microscopio. Si usted ha dejado pasar mucho tiempo posiblemente no verá movimientos de los espermios. El movimiento se mantiene por mucho mayor tiempo si en vez de usar para la suspensión suero fisiológico puro, se utiliza una solución al 5 % de suero glucosado. A 100 ml de suero fisiológico se agrega 5 g de glucosa.

Observando algunas estructuras glandulares anexas a los conductos antes observados. Estas glándulas son las vesículas seminales, la próstata, las glándulas de cowper y las glándulas prepuciales. De las antes mencionadas es posible observar sin problemas las vesículas seminales que en la rata son muy desarrolladas. Ellas son semejantes a un par de hojas de palmeras que se ubican en la profundidad de la cavidad pélvica, a ambos lados del recto son macizas y de color blanco. Si los estudiantes las abren podrán observar que ellas están llenas de una secreción blanquecina.

La próstata en la rata es lobulada y se ubican en el punto en donde la uretra vesical se comunica con la peneana.

Actividad 5.1a. Observando Aparato Reproductor Femenino.

Materiales:

- Ratas hembras.
- Sistema reproductor de cerdas.
- Material quirúrgico.
- Tinta para escribir.
- Jeringa de 5 ml.
- Aguja Lüer Nº 20.
- Lupa.

Para la identificación de los aparatos masculinos y femeninos es posible proceder como sigue:

El alumno podrá observar que el aparato reproductor femenino consta de la gónoda u ovario (carácter sexual primario) y de un s sistema de tubos por los cuales el gameto es transportado hacia el exterior (carácter sexual secundario).

Utilizando sistemas reproductor de ratas hembras o cerdas (pueden aprovecharse los mismos que van a utilizar para la observación de anexos embrionarios de mamíferos). En ambos casos es necesario disecarlos limpiándolos de los mesos (repliegue peritoneal) que lo fijan a las paredes dorsales del abdomen del animal; una vez limpios se extienden sobre una superficie plana. Los alumnos podrán entonces realizar las siguientes actividades y observaciones:

En ambos casos existe un útero bicornio (en V). Con una jeringa de 5 ml se llena de tinta y provista de una aguja Nº 20 (para inyección endovenosa). Se inyecta con tinta el interior de uno de los cuernos hacia la porción cefálica (hacia donde se ubica el ovario); cuando sea posible ver las estructuras por donde ella pasa se deja de inyectar; se observará que el punto en donde se comunica el extremo del cuerno uterino con el ovario es un pequeño conducto que está enrollado, este conductillo es la trompa de Falopio u oviducto; verá además que el punto donde la trompa toma contacto con el ovario lo hace con un ensanchamiento a modo de una bolsa que lo envuelve totalmente ; esta estructura en la mujer corresponde a la fimbria. En la cerda no es necesario inyectar tinta por el tamaño que tiene el aparato reproductor.

En el otro cuerno uterino se realiza la inyección en sentido inverso, o sea, hacia la porción que se comunica con la vagina.El alumno verá que la tinta pasa desde el útero a la vagina y de aquí saldrá al exterior. El punto donde se une el útero con la vagina está más engrosado y se denomina cuello uterino.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

Actividad 5.2. Observando Las Relaciones Materno Fetal Por Inyección De Tinta En Ratas.

Materiales:

2 ratas hembras preñadas (preñez de 18 - 21 días)
Anestésico de larga duración (Dial - Nembutal)
Material quirúrgico.
Jeringa de 20 ml
Agujas Nº 26 o 27.
Tinta para escribir.

El sistema reproductor de cerda que utilizará para observar anexos embrionarios en mamíferos empléelo para estudiar las relaciones materno-fetales; observe la mucosa uterina y lo poco unidas que están las paredes del corion con la mucosa materna.

a) Se utiliza una rata de 18-21 días de preñez. Anestésiela con algún anestésico de larga duración. Nembutal, Dial etc.

b) Una vez anestesiada se abre la pared abdominal por la línea media y se exterioriza el útero.

c) Se abre el útero teniendo cuidado de no dañar los fetos: la insición se practica lateralmente y en el borde opuesto a la inserción de las placentas.

d) Se extraen los fetos teniendo cuidado de que no se desprenda la placenta y se dejan sobre la rata.

e) Se abre la piel del cuello de la rata y se ubica la vena yugular (es un gran vaso superficial que está a ambos lados del cuello) Se inyecta por esta vena, hacia el corazón 10 ml de tinta.

f) Se observa que ocurre con el color de las visceras de la rata y la placenta.

Se procede con otra rata preñada igual como en el caso anterior. Una vez exteriorizados los fetos se inyecta con una aguja fina (Lüer Nº 26 o 27), 4 o 5 ml de tinta por la vena umbilical hacia el feto. (La vena umbilical es el vaso de mayor calibre que corre por el cordón umbilical y que Ud. puede observarlos sin problemas por transparencia). Observe lo que ocurre con las coloraciones del feto si hay o no coloración en el lado materno.

Implicancias Metodológicas.

Tal como anteriormente se había considerado para otros organismos terrestres es importante que los estudiantes aprecien las adaptaciones de la anatomía de los órganos de reproducción humana para asegurar que la fecundación se lleva a cabo.

a) El pene permite la introducción de los espermios en el interior de las vías genitales femeninas.

b) Tanto el líquido seminal como la secreción de las vías genitales femeninas, otorgan el medio líquido para que los espermios se movilicen y ayudar a mantenerlos vivos por un tiempo relativamente largo (hasta tres días después de la eyaculación).

c) El pH del líquido seminal neutraliza la acidez de las secreciones del tracto vaginal y permite así que la fecundación se lleve a efecto al pH adecuado. El líquido vaginal es ácido para evitar el desarrollo de microorganismos que pululan en el medio. (hongos , protozoos).

Es importante que los alumnos comprendan que mucho del proceso reproductivo del ser humano, puede estudiarse por su homología en otros mamíferos,pero que en el hombre existen diferencias que le son propias. En los seres humanos la aceptación del hombre por la mujer no está sometida a la presencia de óvulos en la trompa como ocurre en otros mamíferos.

Los estudiantes se informarán que el tipo de placenta humana es una de las más evolucionadas ya que la barrera placentaria en este caso es mucho menor que en los otros tipos de placenta existentes. Esta es la razón de utilizar ratas para poner en evidencia tal barrera puesto que en este mamífero como en el hombre la placenta es de tipo hemocorial.

S I T U A C I O N D E A P R E N D I Z A J E 6.

" La mitosis es el mecanismo celular que en último término rige el proceso reproductivo de crecimiento y desarrollo embrionario ".

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE PERSIGUEN CON LA SITUACION DE APRENDIZAJE 6.

Al término de las actividades que a continuación se detallan los alumnos serán capaces de :

1º Identificar las etapas más importantes del proceso mitótico y establecer la secuencia correcta que corresponde a un proceso dinámico.

2º Analizar e identificar la yemación de levaduras y partición de protozoos como mitosis modificada; y establecer que el crecimiento, desarrollo embrionario y regeneración se lleva a cabo gracias a mitosis celulares.

3º Inferir que el material celular y en especial el nuclear debe duplicarse antes que la célula comience a dividirse para llegar así a dos nuevas células iguales entre sí e iguales a la célula madre.

Actividad 6.2. Observando Mitosis En Meristema Radicular De Plantas.

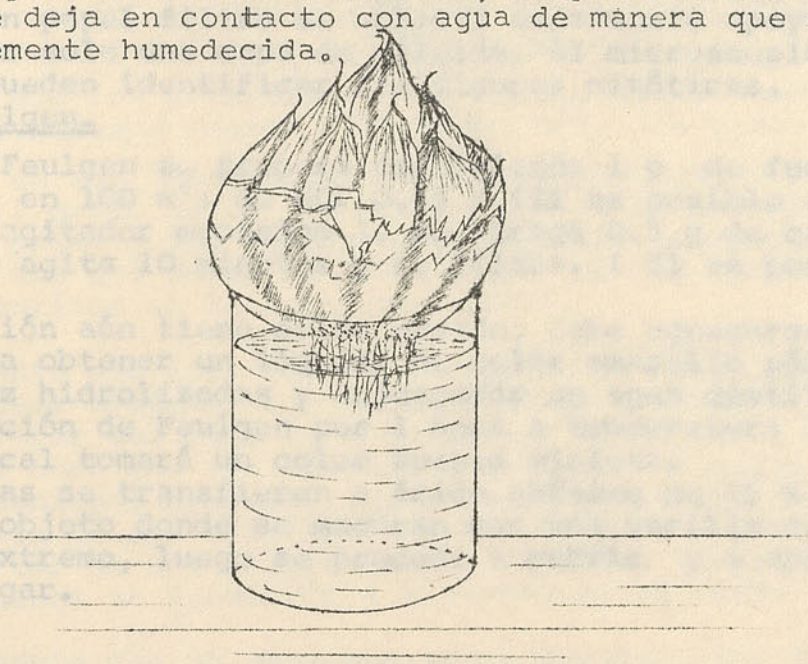
Materiales:

1 cabeza de ajo.
Habas o arvejas recién germinadas.
Acido clorhídrico 1 N.
Estufa de plumavit a 60° de temperatura.
Agua destilada.
Feulgen o Carmin u Orceína.
Porta y cubre-objetos.
Papel filtro o toalla Nova.
Microscopio con aumento 450 X.
Agujas de disección.

Siendo la célula donde tenemos que encontrar la explicación ulterior del mecanismo reproductivo, es importante que los estudiantes observen este proceso en tejidos donde es posible encontrar células en división (tejidos en crecimiento). Uno de estos tejidos son

los meristemas apicales de raíz ya sea de semillas en germinación o tallos subterráneos.

Para obtener buenas preparaciones de meristemas radiculares debe disponerse de raicillas en crecimiento y como material es recomendable utilizar ajos, cebollas o habas. En los primeros casos una cabeza de ajo o un bulbo de cebolla, desprovisto de toda raicillas viejas, se deja en contacto con agua de manera que esta zona quede constantemente humedecida.



En el caso de las habas, éstas se ponen a germinar. Cuando las raicillas tienen 2-3 cm. de longitud se separan del bulbo o de la semilla con tijeras o pinzas finas cuidando de no dañar la punta de las raicillas y se procede a fijarlas inmediatamente en una mezcla de alcohol puro y ácido acético glacial en la proporción de 3:1 respectivamente. Las raicillas deben permanecer en el fijador mínimo por 24 horas y máximo por un tiempo indefinido siempre que (en este último caso) se mantengan en el refrigerador.

Las raicillas una vez fijadas se hidrolizan en HCl 1 N a 60° por 10-20 minutos. La razón de esta hidrolisis es disolver la pared de celulosa de las células merismáticas lo que permite una separación fácil de las células y por lo mismo una mejor difusión del colorante en el tejido. Este tratamiento con HCl permite además, la hidrólisis del DNA lo que es indispensable si se quieren teñir con el método Feulgen (fucsina decolorada con H_2O)

La hidrólisis deja a las raicillas blandas, listas para ser teñidas. Sin embargo, es necesario lavarlas antes con agua destilada para sacar el exceso de ácido.

Tres colorantes pueden usarse para teñir los cromosomas, colorantes que poseen cierta especificidad de tensión por el DNA : Orceína acética, Carmin acético,y Feulgen siendo este último el mas específico de los tres para teñir DNA.

PREPARACION DE LA ORCEINA O CARMIN ACETICO.

Para preparar estos colorantes se requiere tener 100 ml de ácido acético al 45 % y 1 g del colorante en polvo.

A los 100 ml de ácido acético hirviendo se agrega el gramo de orceína o carmin al que se le adiciona 2 gotas de solución saturada de acetato férrico como mordiente. La solución se deja enfriar y en reposo por 12 horas para luego filtrar y guardar en el refrigerador.

La filtración de este colorante se repite cada cierto tiempo pues la orceína o carmín tienden a precipitar.

Las raicillas blandas y dejadas en agua destilada se colocan sobre un porta-objeto y se agrega 1 gota de orceína o carmín. Se aplasta la raicilla con una aguja de disección para que el colorante penetre, se espera 10 minutos evitando que la gota del colorante se seque, se cubre y con un papel filtro se aplasta suavemente apoyando el pulgar . Debe quedar solo una capa de células. Al microscopio, usando aumento 45, se pueden identificar las figuras mitóticas.

Tinción Feulgen.

La tinción Feulgen se prepara disolviendo 1 g de fucsina básica y 1.9 g $Na_2S_2O_5$ en 100 ml. de HCl 0.15 N (Si es posible agitar por dos horas en un agitador mecánico). Se agraga 0.5 g de carbón vegetal activado, se agita 10 minutos y se filtra. (Si es posible al vacío).

Si la solución aún tiene color rosado, debe agregarse más carbón y filtrarse hasta obtener un líquido de color amarillo pálido. Las raicillas una vez hidrolizadas y enjuagadas en agua destilada se colocan en la solución de Feulgen por 1 hora a temperatura ambiente. El meristema apical tomará un color fucsia violeta.

Las raicillas se transfieren a ácido acético de 45 % y se colocan en un porta-objeto donde se maceran con una varilla de vidrio aplanada en un extremo, luego se procede a cubrir y a aplastar suavemente con el pulgar.

Precauciones:

1º Debe evitarse que las raicillas se resequen en cualquiera de los pasos a seguir . Así el traslado de ellas de una solución a otra debe ser rápido. Por lo mismo conviene agregar cierta cantidad de colorante cuando la raicilla se tiene en el porta-objeto y mientras se esperan los 10 minutos de tinción.

2º Para obtener una tinción óptima de los cromosomas, el porta-objeto (con la gota de colorante y la raicilla ligeramente aplastada) puede entibiarse a la llama de un mechero de alcohol. Para ello basta pasar el porta-objeto suavemente por la llama.

3º El aplastamiento se realiza apoyando el pulgar justo en el medio del cubre-objeto (de modo contrario éste se rompe) y secando con un papel filtro el exeso de colorante. Para ello se aplasta el preparado colocando el porta-objeto entre un pliegue de papel filtro.

Implicancias Metodológicas.

Lo más importante de esta actividad es la identificación de las fases o figuras mitóticas y para ello lo ideal sería disponer de varios microscopio en la sala.

1º De no ser así , el profesor debe ayudarse de diapositivos cuadros o dibujos que permitan a los estudiantes fijar su atención en las figuras más significativas de la preparación como:

a) Célula con un núcleo donde los cromosomas aparecen como hilos delgados ovillados y dos o más núcleos (espacios blancos sin teñir.

b) Células con cromosomas más cortos y mejor individualizados, rodeados aún de la membrana nuclear. Los núcleolos han desaparecido.

c) Células con los cromosomas libres en el citoplasma y que se disponen en las proximidades de la zona ecuatorial.

d) Células con los cromosomas ocupando el plano ecuatorial en una sola línea y con sus brazos dirigidos hacia los polos.

e) Células en que las mitades de los cromosomas se separan con los centromeros (punto donde los brazos de los cromosomas se unen) dirigidos a los polos y los brazos hacia la zona ecuatorial.

f) Células con dos masas de cromosomas: una en cada polo y una fina línea discontínua en la zona ecuatorial.

Es conveniente que los alumnos identifiquen estas etapas en la preparación montada ayudados con estas láminas o cuadros pero en ellas deben aparecer tal cual se observan en el tejido.

El profesor hará que los alumnos ordenen las figuras en la secuencia lógica teniendo presente que la multiplicación celular implica la obtención de dos células a partir de una, y por lo tanto, lo lógico es partir de una célula con un núcleo y llegar a una célula con dos núcleos en formación y ligeramente dividida en el citoplasma.

Es recomemdable que el profesor no se limite a dar los nombres tradicionales de las etapas mitóticas lo que inducirá al niño a memorizarlas y considerarlas como etapas separadas sin continuidad de una con la otra. Muy por el contrario, es conveniente que los jóvenes comprendan que la mitosis es un proceso continuo dinámico, y así es preferible que con posterioridad al estudio analítico de los alumnos el profesor dé la nomenclatura correcta de las etapas.

2º Nuestra unidad de reproducción culminará con una discusión en que los alumnos logren comprender que la yemación o simple partición de microorganismos es una mitosis modificada en que el material nuclear se divide aproximadamente en dos partes iguales sin constituir cromosomas. Que la mitosis también está presente en la formación de esporas siguiendo a la multiplicación celular un proceso de diferenciación. Que la mitosis está también presente en la segmentación del huevo del cual, a partir de una célula,se obtienen miles de nuevas células y en el crecimiento de todos los tejidos y por ende de todos los organismos. Que la regeneración también se lleva a cabo por mitosis celulares seguidas de diferenciación.

3º En esta discusión los estudiantes ayudados por el profesor podrán inferir que sí de una célula se constituyen dos células idénticas e iguales en potencialidades , es necesario que en un momento del ciclo mitótico el material celular se duplique a nivel molecular.

S I T U A C I O N D E A P R E N D I Z A J E 7.

" En los seres vivos existen mecanismos de adpatación,

correlación e integración. "

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE DESEAN ALCANZAR CON LAS

ACTIVIDADES DE ESTA SITUACION DE APRENDIZAJE.

Al término de las actividades que a continuación se detallan los alumnos serán capaces de:

1º Establecer una relación entre estímulo y respuesta y llegar a generalizar que esta última (irritabilidad) es una característica propia de los organismos vivos.

2º Identificar diferentes formas de respuestas observadas: tropismo, tactismo, nastia, respuesta refleja y excitación local.

3º Llegar a una conceptualización de irritabilidad, receptor de estímulos, centro modulador, efector, umbral de excitación, influencia de la intensidad del estímulo,etc.

4º Concebir un esquema estructural y funcional de un arco reflejo.

5º Deducir a través de la experimentación algunas características fundamentales del nervio (excitabilidad, conductibilidad).

6º Deducir a través de la experimentación algunas propiedades de los efectores musculares (músculo esquelético) : excitabilidad, conductibilidad y contractibilidad, tonicidad, sacudidad simple, tétano, fatiga,y la dependencia de la función motora del sistema nervioso.

7ºAplicar el modelo de arco reflejo a nuevas situaciones dadas que permiten entre otras, explicar actos reflejos en el hombre; reflejo rotuliano, pupilar, palpebral , etc.

8º Caracterizar y establecer las diferencias entre actos reflejos condicionados e incondicionados.

9º Concebir la complejidad de la organización del sistema nervioso, reconociendo la existencia de regiones que asumen funciones especializadas.

10º Distinguir comparativamente diferentes formas de desarrollo del sistema nervioso, particularmente del encéfalo en los seres animales de acuerdo con su posición en la escala zoológica.

11º Concebir que la corteza cerebral es el asiento de las funciones sensoriales, motoras complejas y psíquicas de orden superior.

12º Concebir que muchas funciones vegetativas son controladas por el sistema nervioso, a través de arcos reflejos que funcionan gracias a la presencia de receptores internos.

13º Concebir el rol fundamental del sistema nervioso como estructura integradora, unificadora, permitiendo el funcionamiento y comportamiento del ser como unidad.

Actividad 7.1, 7.2, y 7.3. Observando Respuestas Ante Estímulos En Plantas y Organismos Inferiores.

Materiales:

Cultivo de Euglena y Paramecio.
Planarias, Tenebrio molitor.
Semilla de máiz en germinación.
Mimosa púdica.
Nitrato de Potasio.
Sulfato de Magnesio.
Fosfato diácido de Potasio.
Nitrato de Calcio.
Triptofano en cristales.
Agua destilada.
3 vidrios cuadrados.
Papel secante.
Cápsulas de Petri.

Actividad 7.1a. Observando respuesta ante estímulos luminosos.

Los estímulos luminosos condicionan una respuesta positiva en todos aquellos organismos vivos cuyo metabolismo depende de la energía solar. Material apropiado puede ser plantitas o semillas en germinación en las cuales está apareciendo el tallo. Estas plantas se colocan en lugares estratégicos de manera que les llegue un haz de luz artificial o la luz de la ventana. Las plantas pueden ser colocadas en el interior de una caja cerrada con una abertura lateral para dar entrada a la luz. A los 2 ó 3 días será posible observar una orientación de las hojas hacia la luz o una curvatura del tallo, (en el caso de las plántulas) hacia el estímulo. Esta respuesta de orientación se conoce como " Fototropismo positivo ".

Entre los microorganismos apropiados para responder a estímulos luminosos tenemos la Euglena. Sin embargo, tal actividad requiere la existencia de un cultivo puro de este protozoo, donde la concentración numérica del microorganismo sea realmente alta. Los cultivos de Euglena puro son de color verde pálido. (#). Una vez que se dispone de tal cultivo su mantención es realmente fácil en la sala de clases. Los cultivos de Euglena se mantienen en tubos de ensayo muy limpios y en lo posible esterilizados antes de ser usados ya que la Euglena es muy delicada y puede contaminarse fácilmente con bacterias del medio.

(#) Para obtenerlo sugerimos conseguirlo en el Instituto de Zoología de U. de Chile.

Los cultivos viejos de Euglena pueden entonces renovarse, transfiriendo una pequeña parte de esos cultivos a un tubo de ensayo con una solución nutricia apropiada. La siguiente solución que es una fórmula modificada de la solución de Kleb da buenos resultados.

KNO_3..... 0.25 g.
$MgSO_4$..... 0.25 g
KH_2PO_4..... 0.25 g
$Ca(NO_3)_2$..... 1.00 g
Polvo para caldo de cultivo de bacterias con triptófano 0,01 g
Agua destilada esteril 1.000 ml.

A 100 ml de esta solución se le añaden 20 gramos de arroz hervido previamente por 5 minutos y se lleva a 1000 ml con agua destilada. La solución se deja estar por 2 días en reposo y luego se coloca 10 ml de ella en tubos de ensayo, si es posible con un grano de arroz y luego se inocula con el cultivo viejo de Euglenas. Es necesario inocular 2-3 veces por tres días consecutivos y agregar después de 2 ó 3 semanas 10 mg. de triptofano disuelto previamente en 25 ml de la solución de Kleb. El cultivo debe mantenerse en lugar semi iluminado de la sala de clases, nunca con luz directa. Para estudiar la respuesta de la Euglena a la luz basta envolver el tubo de ensayo con un papel carbón. Al papel carbón se le hacen perforaciones y se deja el tubo en reposo en el lugar habitual, donde la luz llega en cantidad moderada. Después de 2-3 días se retira el papel. Los alumnos podrán observar que en los lugares del tubo de ensayo que coinciden con las perforaciones aparecen manchas de color verde que reproducen la forma de esas perforaciones. Los alumnos pueden mirar Euglenas al microscopio observando y descubriendo sus cloroplastos al mismo tiempo que sus movimientos.

Esta respuesta de la Euglena a luz se conoce como Fototactismo positivo.

Entre las actividades para estudiar respuestas negativas a la luz se pueden citar como material adecuado al Tenebrio molitor y Planarias (#a). El Tenebrio se mantiene en el laboratorio en cajas con afrecho. Colocando estos últimos en zonas donde haya una parte iluminada y otra sombría , los alumnos anotarán que ambos se movilizan a la zona sombría.

Actividad 7.1b. Observando Respuestas Frente a Estímulos Químicos.-

El Paramecio ha demostrado ser un microorganismo en el cual es fácil estudiar quimiotactismo negativo (#b).

Para conservarlos por un tiempo indefinido en la laboratorio, se introduce 1 ml del cultivo puro en una solución preparada con agua de vertientes o charcas previamente hervida y filtrada a la que se adiciona un pellizco de leche en polvo descremada. Se mantiene a 22° y en 2 o 3 días se puede observar un rápido aumento del número de protozoos con gran parte de ellos mostrando divisiones.

Los paranecios presentan tactismo negativo al ácido acético, En un porta-objeto excavado se puede colocar un papelito muy pequeño impregnado en ácido acético previamente diluido 20 veces y luego agregar a la excavación el cultivo de Paramecios.

(#a) El Tenebrio pude también conseguirse en el Instituto de Zoología de la U. de Chile.-
(#b) Cultivos puros de Paramecio también pueden conseguirse en el Instituto de Zoología.-

Se observará que ellos se alejan del papel concentrándose en la periferia de la excavación si el papel permanece en el centro. Otro método adecuado es observar el desplazamiento de los paramecios colocados entre porta y cubre-objetos; si en uno de los bordes del cubre-objeto se coloca una solusión diluída de ácido acético.

Las planarias son excelente material para mostrar respuestas positivas a sustancias químicas que forman parte de sus alimentos como ser los jugos nutritivos de pedacitos de carne o yema de huevo duro que atraen a la planaria en gran profusión.

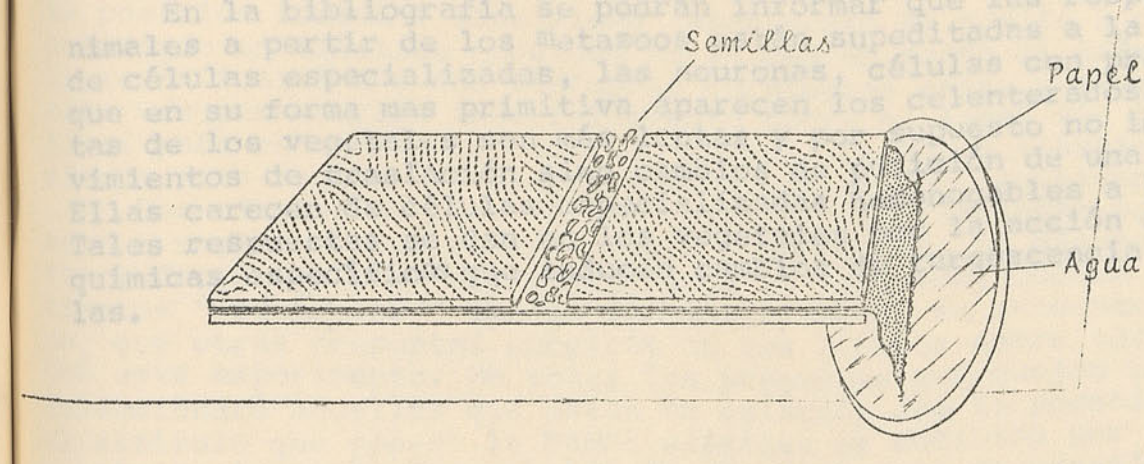
Actividad 7.1c. Observando Respuestas Ante Estímulos de Humedad.

(presencia de agua)

Si se levanta una piedra que está semi sumergida en una cápsula de Petri que contiene las planarias se verá aparecer planarias adheridas a ella. Si esta piedra se vuelve a colocar en posición invertida en la cápsula de manera que las planarias queden en la superficie superior se observará un rápido desplazamiento del Platelminto hacia la parte sumergida.

Para que los alumnos se ilustren sobre el hidrotropismo positivo se puede realizar la siguiente actividad.

Entre dos vidrios gruesos se coloca papel secante. El vidrio superior dividido en dos mitades iguales se sujeta al inferior con elásticos puestos en tal forma que quede una canaleta en el centro donde se colocarán las semillas previamente germinadas y que tengan raicillas de 2 cm de longitud aproximadamente. El papel secante de una de las mitades se sumerje en un tiesto con agua. Las raicillas de las semillas se orientan hacia la mitad que está húmeda.



Actividad 7.1d. Observando Respuestas En Vegetales Al Estímulo De Gravedad.

Semillas de maíz en germinación con raicillas de 2 cm. de longitud se colocan prendidas con hilitos en un papel secante en diversas posiciones. Este papel secante se humedece y se corta de manera que calce exactamente con la base de una cápsula de Petri.

La cápsula se pone de canto en posición vertical, afirmada en esta posición con plasticina. Después de 24 horas se observará que cualquiera que sea la posición de las semillas dentro de la cápsula las raicillas se incurban hacia abajo.

Actividad 7.1e.

Si en el laboratorio o sala de clases se dispone de una Mimosa púdica, es posible observar en ella un tipo especial de respuesta a estímulos de contacto. Tocando las hojitas se apreciará que estas se cierran moviéndose a lo largo de la nervadura central. Estímulos más intensos hacen que el pecíolo de la hoja se doble hacia abajo tomando un aspecto como de marchita. Al cabo de algunos minutos la plantita recupera su aspecto turgescente. A esta respuesta que se da sin seguir ninguna dirección respecto al estímulo se le denomina nastia.

Implicancias Metodológicas de la Actividad 7.1.

Es conveniente que los alumnos logren distinguir diferencias de respuestas entre los organismos animales y vegetales llegando previamente a la conclusión que los organismos vivos son irritables y que esta irritabilidad es un mecanismo de adaptación inmediato a un cambio del medio. Por lo menos es importante que los alumnos traten de explicar si tal respuesta es útil o no al organismo. Generalmente tiende a darse una explicación un tanto antropomórfica, pero el alumno debe esforzarse en buscar una explicación adaptativa.

En la bibliografía se podrán informar que las respuestas en animales a partir de los metazoos están supeditadas a la presencia de células especializadas, las neuronas, células con prolongaciones que en su forma mas primitiva aparecen los celenterados. Las respuestas de los vegetales son más lentas y por supuesto no implican movimientos de traslación sino cambios de posición de una de sus partes. Ellas carecen de células especializadas homonogables a las neuronas. Tales respuestas se dan en los vegetales por la acción de sustancias químicas específicas que inducen cambios de turgescencia de las células.

Actividad 7.4. Observando Respuestas a Estímulos En Vertebrados Superiores.

Material:

Sapo (Bufo chilensis) o
Rana , o ambos, conejo, rata, cobaya etc.
Estimulador eléctrico.
Pinzas anatómicas.
Amoníaco.
Algodón.
Varilla.
Mechero de alcohol.

Con esta actividad se pretende que los alumnos observen las respuestas de movimiento de un animal, colocado sobre la mesa, frente a diversos estímulos. Los anfibios se prestan mejor para un estudio sistemático de diversos estímulos como : pellizcamiento de sus extremidades con una pinza anatómica, acercamiento de una varilla calentada previamente, que hará al animal alejarse del estímulo térmico; también se puede hacer llegar a las patas o a diferentes partes del cuerpo electrodos de un estimulador eléctrico(#) o bien estímulos químicos. Entre otros puede usarse papelitos (1/2 cm por lado) impregnados en ácido acético al 30 % que se colocan en el dorso del animal. Estos provocarán respuestas motoras coordinadas de alguna extremidad con el resultado que generalmente logra sacarse el papel. Otra respuesta típica a un estímulo químico se puede obtener acercando una pinza con una mota de algodón impregnada en solución de amoníaco a los ojos del animal. El anfibio responderá con parpadeo. Las respuestas a estos diversos estímulos nociceptivos (estímulos dolorosos) son coordinados y ofrecen una clara finalidad; rehuir de la acción del estímulo molesto.

Después de estas observaciones los estudiantes probarán la acción de otro tipo de estímulos como ser: cambio de posición del cuerpo. El profesor puede sugerir que los alumnos coloquen al sapo acostado dorsalmente. El animal recupera inmediatamente, como de un modo automático, su posición normal aunque esto se repita muchas veces. Posiblemente los alumnos se pregunten; ¿ Qué induce al animal a recuperar su posición normal ? Este mismo experimento se repite a continuación colocando un alástico apretado en la región donde el cráneo se une al torax (allí hay dos vértebras cervicales atlas y axis). El animal esta vez permanecerá indefinidamente sobre el dorso sin hacer tentativas para recuperar la posición normal. La banda elástica, comprimiendo esta región del cuerpo ejerce una acción inhibidora prolongada.

Los alumnos en esta última actividad se limitarán por el momento solo a registrar sus observaciones y aún cuando no disponen de elementos suficientes para explicarse todo el fenómeno, pueden apreciar que ciertos " estímulos " pueden ser inhibidores. Es evidente, sin embargo, que otras preguntas surgirán en los alumnos sobre todo en relación con este experimento. De todas las preguntas que surjan el profesor seleccionará aquellas que están en relación con la suposición de que el estímulo que genera la banda elástica es recibido por la piel a partir de la cual se transmite de alguna manera un mensaje que frena

---

(#) El estimulador eléctrico se puede fabricar de acuerdo a las recomendaciones y diseños que mas adelante se describen.

el cambio de posición, y que el animal posee algun despositivo que le permiten reconocer su posición. En todos los experimentos de irritabilidad observados anteriormente se ha afirmado el concepto que el estímulo es advertido por la estructura viva, posiblemente por elementos de la periferia del cuerpo animal, donde se realiza una reacción local, reacción que de alguna manera se transmite a los elementos responsables del movimiento (efectores). Los animales superiores no escaparían a este esquema general de experimentación, realizado en el anfibio. Surge la respuesta inevitable ; ¿ Cómo se transmite el estímulo de la periferia del cuerpo (piel) a los músculos?. Por la facilidad de manipular y graduar el estímulo eléctrico será este el que mas se emplee para investigar la relación estímulo respuesta. Es posible que los alumnos conciban que el estímulo eléctrico actúe directamente sobre los músculos subyacentes en la región de la piel, tocada por los electrodos, provocando su contracción y explicando así la respuesta motora; es decir, que simplemente la corriente pasará de la piel al músculo por conducción y que a partir de ésta zona estimulada pudiera irradiarse también el estímulo por la conductibilidad de los tejidos a otros músculos mas alejados. En otras palabras el alumno puede suponer que esta reacción no implique necesariamente la intervención de elementos especializados para la recepción y conducción de estímulos. Sin embargo, el profesor podrá encaminar observaciones que progresivamente lleven al estudiante a concebir la participación fundamental del sistema nervioso en las reacciones fisiológicas observadas y en su caracter automático. Un paso extraordinario, ilustrativo, será el estudio de los mismos estímulos analizados en el animal normal, en un sapo o una rana decapitado. Las reacciones del animal decerebrado dejan lugar a valiosas deducciones.

Material:

Tijeras grandes y muy cortantes.
Sapo o rana.
Algodón.
Pinzas para matraces.
Soporte.
Estimulador eléctrico.

Con la tijera cortante se decapita el anfibio. Para ello se introduce la tijera por el hocico del animal y se corta transversalmente pasando por delante de la línea que une los orificios auditivos, separando la cabeza del cuerpo. La zona sangrante se cubre con una mota de algodón. El animal puesto sobre la mesa no revela iniciativa alguna y permanece pasivamente en la posición que se le deje. Incluso colocado sobre el dorso no se incorpora como lo hacen el sapo o rana normales. Sin embargo, puede responder coordinadamente a diversos estímulos. La aplicación del cuadradito de papel impregnado con ácido acético diluído da lugar a una reacción motora coordinada que poco difiere de lo que se observa en el anfibio normal. La extremidad posterior se flecta y con habil movimiento de los dedos logra a veces sacar el papel de su sitio. La respuesta al estímulo eléctrico y químico y los efectos del cambio de intensidad (sea modificando la corriente eléctrica o utilizando soluciones de ácido

acético de concentración 1, 2, 5, 10, 15, 20, y 30 %) puede ser mejor analizado en el animal descerebrado suspendido verticalmente de modo que sus extremidades cuelguen libremente. Para esto se cuelga el animal verticalmente, fijándole de la mandíbula inferior con una pinza de " matraces " que se une firmemente a un soporte. Los alumnos deben observar, la flacidez general de los músculos y la falta de iniciativa (#a).

Una vez que el sapo está con las extremidades colgantes , se reinician las observaciones de respuestas a estímulos eléctricos, utilizando ahora el estímulo eléctrico del modo más preciso posible. Para ello es necesario buscar una zona de la parte media y posterior del muslo la cual se estimulará repetidamente con una intensidad de corriente ligeramente superior a la umbral (#b). Para que tal intensidad de estímulo sea igual, es absolutamente necesario que los electrodos toquen siempre la piel en los mismos puntos y por supuesto mantener constante la intensidad de la corriente. Observando con cuidado podrá comprobarse que aparte de una contracción localizada de poca importancia que se debe a la contracción de músculos situados por debajo de la piel en la zona estimulada, se provoca una reacción que abarca diversos segmentos de la extremidad y que sigen la intensidad del estímulo, puede extenderse a la otra extremidad posterior. En todo caso, el movimiento es coordinado y recuerda un movimiento natural. La repetición de esta respuesta no hace sino confirmar que la contracción de los músculos que mueven las extremidades se hace siguiendo cierto patrón o modelo reaccional, como la de un mecanismo automático.

Los alumnos verán surgir el problema de como un estímulo aplicado en cierta área de la piel da lugar a la misma reacción y de cual es el mecanismo por el cual la excitación localizada da lugar a una reacción propagada. ¿ Se trata de una mera propagación de la corriente eléctrica a través de tejidos conductores ? , ¿ Intervienen elementos excitables especializados ?
Un experimento que pueden hacer a continuación ayudará a los alumnos a encontrar una explicación.

En el sapo o rana descerebrados,suspendido de la mandíbula, se procede a estudiar el efecto de un estímulo aplicado en la parte baja del muslo de una pata,ligeramente más intenso que el umbral y que sea capaz de producir la flexión de la extremidad. Se tratará de reproducir varias veces la misma reacción motora, manteniendo los electrodos en el mismo sitio. Conseguida esta reacción uniforme, se procede a desconectar la piel de la pata de los tejidos subyacentes, cortando todas los puntos de unión de éstos con la piel. Para conseguir tal desconexión se hace una incisión circular en la parte distal desprendiendo completamente la piel como quién retira una media de una pierna.

La piel,arremangada hacia abajo,queda unida solamente a los dedos. Hecho esto la piel se vuelve a su posición anterior y se repite el experimento, aplicando el estímulo en la misma zona y con los electrodos ubicados a igual distancia que la empleada antes. Los alumnos observarán que esta vez la respuesta no se produce. La inferencia que se espera surja aquí, que el alumno la plantee es que algún elemento de conexión entre la piel y los músculos que habitualmente responden , se ha debido destruir con el desollamiento, imposibilitando la respuesta. Este resultado tiene un valor clave para interpretar cómo el cambio a " local " en la piel, producido por el estímulo puede engendrar un proceso que incite la respuesta efectora muscular.

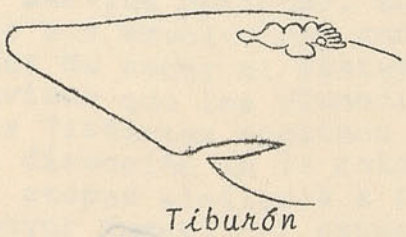
(#a) El profesor puede aprovechar la cabeza cortada para observar que es capaz de responder con parpadeo(reflejo palpebral) si se toca el ojo.

(#b) El profesor aprovechará esta preparación para que sus alumnos puedan apreciar la relación entre intensidad de estímulo y respuesta y llegar al concepto de umbral.

Actividad 7.6a. Realizando disecciones del sistema nervioso central de vertebrados.

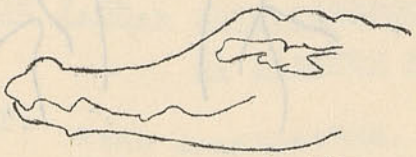
Animales como la rata, rana, cobayo, conejo o pollo, se prestan para hacer una disección del eje cerebro espinal y reconocer en él sus principales regiones anatómicas. Particularmente importante es que el profesor asigne tareas de disección a grupos de estudiantes que en forma paralela deben trabajar con animales pertenecientes a diferentes clases de vertebrados.

Los análisis comparativos de los distintos segmentos del Sistema Nervioso en diversas especies de anfibios, aves y mamíferos permitirá a los alumnos: a) apreciar la mayor complejidad anatómica que ha significado el ascenso de la escala zoológica, la significación de la diferencia particularmente acentuada, en el desarrollo de los hemisferios cerebrales, y especialmente en la extensión que alcanza la corteza gris del cerebro; b) además, que en el cerebelo alcanza en general un desarrollo proporcional al de los hemisferios cerebrales.



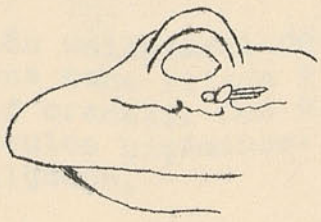
Tiburón

Ganso

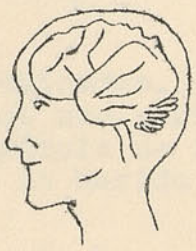


Cocodrilo

Gato



Sapo



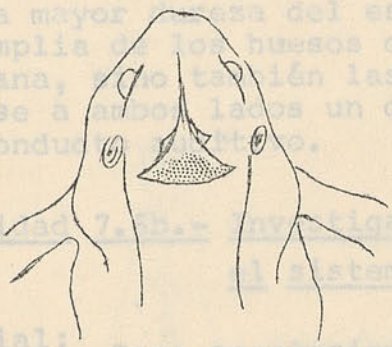
Hombre

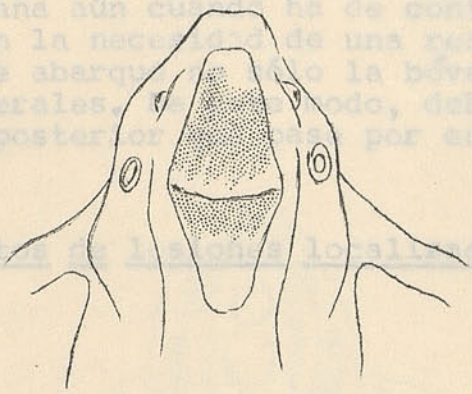
Materiales:

Rana.
Lagartija.
Paloma u otra ave.
Rata.
Conejo.
Gato.
Eter.
Tijeras gruesas o fresa de mecánico.
Gubia o corta uñas.
Tabla de disección.

Se describe esta disección, como un modelo que en líneas generales se acomoda a los diversos vertebrados que habitualmente se emplean para estos experimentos anteriores. En caso de disponer de un animal vivo haga una anestesia profunda (éter). Pueden aprovecharse animales muertos que han servido en experimentos anteriores.

Iníciese la disección practicando un corte de la pared craneana a lo largo de una línea transversal que pasa inmediatamente por detrás de los glóbulos oculares.





Hágase después una incisión longitudinal en la línea media que vaya de la incisión transversal hasta el extremo caudal del animal. Separe totalmente la piel raspando los huesos del cráneo en toda la extensión de la cabeza. Continúese separando la piel del dorso en toda la extensión hasta el extremo caudal. Sepárese los músculos dorsales y con un raspahuesos vaya dejando a la vista los arcos cerebrales en toda la extensión. Practíquese una pequeña perforación (trepanación del cráneo) en uno de los puntos extremos de la línea transversal del cráneo un poco por detrás de las cavidades o bitarias. La perforación del cráneo se puede practicar con trépano de corona, pero como este instrumento es difícil de obtener se puede sustituír por un trépano o fresa de mecánico montado en un porta fresa manual. Una vez hecho el orificio con una gubia o en su defecto con una tijera de punta afilada introducida en el orificio, se corta transversalmente la bóveda del cráneo en dirección del otro extremo de la línea transversal. En seguida , con la gubia o tijera (o corta uñas) se hacen dos cortes paralelos de dirección ántero-posterior hacia la región del torax. Hecho estos dos cortes con una pinza se levanta la tapa del cráneo comprendida entre los dos cortes, impulsándola hacia arriba y atrás. Despréndase este trozo de hueso para dejar a la vista el encéfalo. Con cuidado se continúa la disección de la columna vertebral y cortando sucesivamente los arcos vertebrales de la zona cérvico-dorsolumbar irá quedando a la vista la médula con sus envolturas. La operación termina con la ablación de todo el sistema nervioso el que se va levantando desde el Rinencéfalo hacia atrás, cortando los nervios que emergen del tronco encefálico (nervios olfatorios y nervios ópticos). Se procede a continuación a desprender la médula de sus envolturas, cortando sus raíces anteriores y posteriores. Antes de sacar el Sistema Nervioso Central del cuerpo del animal, conviene que los alumnos se orienten sobre la posición anatómica de las distintas regiones que lo componen.

Una disección en la rata del Sistema Nervioso Central implica realizar etapas similares a la de la rana aún cuando ha de contarse con la mayor dureza del esqueleto y con la necesidad de una resección más amplia de los huesos del cráneo que abarque no sólo la bóveda craneana, sino también las paredes laterales. De este modo, debe hacerse a ambos lados un corte ántero-posterior que pase por encima del conducto auditivo.

Actividad 7.6b.- Investigando los efectos de lesiones localizadas en el sistema nervioso .

Material:

Rana anestesiada.
Tijeras gruesas y cortantes.
Trépano o fresa de mecánico.
Gubia o corta uñas.
Tabla de disección.

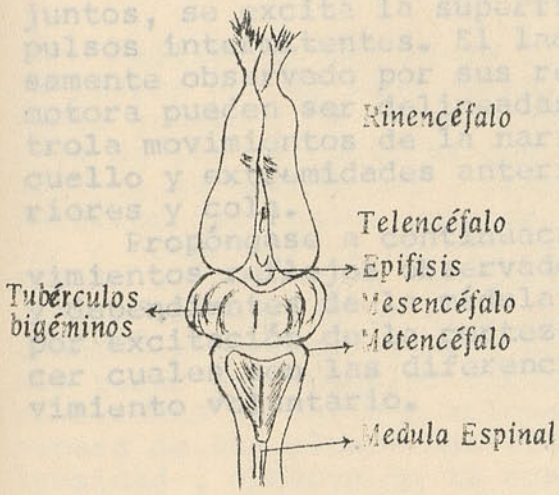
Lesión unilateral de los tubérculos bigeminados.

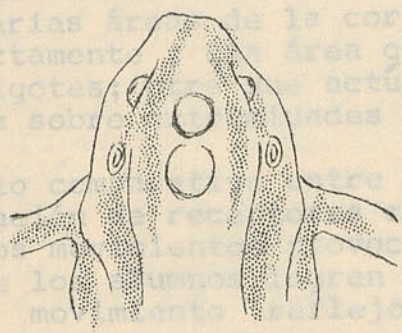
En una rana fijada y anestesiada, se hace una perforación de la cavidad craneal. Con bisturi o pequeña espátula se lesiona uno de los tubérculos bigéminos. Se cierra de nuevo la herida colocando una mota de algodón.

Al pasar el shock, se observarán muy diversas posiciones y movimientos forzados. La cabeza está inclinada hacia el lado operado. Se pierde el reflejo corneal, del mismo lado. Al poner el animal patas arriba corrige su posición, pero se verá que los movimientos de corrección no son tan rápidos y correctos como en el animal normal o con los tubérculos bigéminos intactos; a veces, el animal, al corregir su posición, da vueltas sobre su eje longitudinal. Al estar el animal sobre la mesa, se verá que las patas del lado operado se acercan al cuerpo, las del lado opuesto se alejan. Al pellizcar una pata, el animal hace movimientos forzados; se mueve en el círculo, más o menos grande; o hace movimientos de aguja de relòj, con el ano como centro. Al tirar el animal al agua, dará vueltas sobre su eje longitudinal.

Los transtornos que se observan después de la lesión unilateral de los tubérculos bigéminos son muy variables, según el lugar y la extensión de la lesión. Si el animal sobrevive a la operación los transtornos pueden disminuir y hasta desaparecer casi completamente, pero en otros casos puede aumentar.

La lesión de los tubérculos bigéminos constituyen una lesión de las vías nerviosas centrales que tienen relación con el laberinto, la ablación unilateral del laberinto produce transtornos iguales . Los impulsos que llegan del laberinto son evidentemente de importancia para los movimientos coordinados. Lo que observamos en el animal con lesión unilateral del tubérculo bigémino no es otra cosa que movimientos que carecen de coordinación, por haberse destruído en el sistema nervioso central el lugar -mesencéfalo- , donde llegan impulsos centrípetos que participan en el establecimiento de la coordinación de los movimientos.





Investigando los efectos de la estimulación de áreas motoras de la corteza cerebral.

Materiales:

Instrumentos quirúrgicos anteriores.
Taladro pequeño.
Cortadora de huesos. (corta uñas)
Estimulador.
Solución Ringer.
Algodón.
Cera.

Se anestesia la rata con 40 mg. de Nembutal por kilogramo y se refuerza con éter durante la operación, manteniendo la anestesia suave mientras la corteza está siendo estimulada.

Se coloca la rata en posición ventral y se hace una insición en la línea media a través de la piel de la cabeza retirándola hacia ambos lados. Se quitan los tejidos conectivos que cubren el cráneo.

Los alumnos deben taladrar 3 pequeños orificios, bien juntos a través de la región anterior del hueso frontal derecho y evitando la línea media, porque la cavidad del seno venoso sagital está directamente debajo. A medida que el orificio del taladro se profundiza debe aligerarse la presión para evitar forzar el taladro en el cerebro.

Se recorta cuidadosamente el hueso entre los orificios y se agranda el orificio así formado en sus márgenes, hasta que el lóbulo frontal entre la vena superior e inferior queden a la vista. Habrá un poco de hemorragia del cráneo pero ésta puede ser controlada frotando con pequeñas cantidades de cera tibia. (un tercio de cera de abeja y dos tercios de parafina.) o algodón en su defecto.

Cuidadosamente se recorta la "dura" exponiendo la superficie del cerebro

Con la punta de los electrodos estimuladores , colocados bien juntos, se excita la superficie expuesta del cerebro con suaves impulsos intermitentes. El lado opuesto del animal debe ser cuidadosamente observado por sus reacciones. Varias áreas de la corteza motora pueden ser delineadas casi perfectamente ; una área que controla movimientos de la nariz, oreja, bigotes; otra que actúa sobre cuello y extremidades anteriores; y otra sobre extremidades posteriores y cola.

Propóngase a continuación un estudio comparativo entre los movimientos reflejos observados por excitación de receptores cutáneos y dependientes de la médula espinal y los movimientos provocados por excitación de la corteza de modo que los alumnos logren establecer cuales son las diferencias entre movimiento reflejo y movimiento voluntario.

Actividad 7.5.a, b, y c. Observando La Condución Nerviosa " in situ"

Las actividades realizadas anteriormente que demuestran que necesariamente el estímulo es recibido por la piel y que en alguna forma es transmitido a los efectores, puede plantear en los alumnos diversas preguntas. Entre otras: ¿ Cuál es la vía de transmisión del estímulo ? Para responder a esta pregunta y suponiendo que los estudiantes conciban la posibilidad de que el estímulo se transmite directamente , (desde la piel al músculo subyacente sin utilizar elementos especiales) se puede aprovechar la pata desollada de la preparación anterior (sapo sin cabeza) para probar en los músculos que han quedado a la vista , la acción de estímulos eléctricos aplicados directamente. Será posible observar entonces , que los músculos excitados por el estímulo directo se contraen, pero que tales contracciones difieren de las observadas anteriormente , porque quedan limitadas al músculo sobre el cual se aplican los electrodos(#) El profesor puede invitar a los alumnos a observar un poco la anatomia de la pata y reconocer que los músculos de ella están ricamente inervados. Uno de los nervios más desarrollados que baja por el muslo a la pierna (región posterior) es el ciático.

Actividad 7.5a.- Observando el Nervio Ciático.

Material:

Pinza fina.
Tijeras finas y gruesas.
Hielo.
Ringer rana.
Estimulador eléctrico.
Algodón.
Tabla de disección.

Utilizando una pinza fina se separan los músculos del muslo de la pierna por el lado dorsal. Se ve aparecer el nervio ciático bastante grueso y de color blanco brillante. Con la misma pinza se despeja de las estructuras que lo rodean separandolo desde la zona más alta de su nacimiento , próxima a la médula espinal hasta la parte inferior del muslo. Durante toda la disección cuídese de no traccionar o comprimir el nervio manteniéndolo húmedo todo el tiempo con solución Ringer. Para facilitar la manipulación del nervio, se pasa debajo del nervio un hilo de coser humedecido previamente , y levantando ligeramente el hilo se colocan los electrodos bajo el nervio sin tocar los músculos circunvecinos. Un mejor aislamiento de los electrodos se obtiene colocando una pequeña mota de algodón que los separa de los planos musculares. Se aplica un estímulo de baja intensidad , observando la respuesta de los músculos de la pierna. El experimento se repite varias veces cambiando la intensidad del estímulo y tratando de establecer una relación entre intensidad de estímulo é intensidad de la respuesta motora.

(#) Una observación muy atenta demostrará otras diferencias como duración del período de latencia y ausencia de coordinación del movimiento.

Cuando el experimento deje suficientemente claro que existe un proceso de conducción a lo largo del nervio que explica las contracciones musculares observadas, se continúa la investigación observando lo que ocurre después de reaccionar el nervio en su extremo central y cuando se estimula separadamente el cabo central y el periférico del nervio. Como es obvio, las respuestas que se obtienen en cada caso son distintas ; la estimulación del cabo periférico dará lugar a contracciones musculares limitadas a la extremidad correspondiente similares a las observadas antes de la sección del nervio.

La estimulación del cabo o muñón central dará en cambio reacciones , que, según sea la intensidad del estímulo, se verán en la extremidad opuesta a las que se podrán sumar respuestas del tronco y aún en las extremidades anteriores.

Implicancias Metodológicas de la Actividad 7.5a.

Este experimento muy rico en sugerencias, debe habilitar al alumno a formarse un concepto claro de que si bién el músculo puede responder directamente a estímulos que se aplican sobre él, responde también a estímulos indirectos que le llegan a través del nervio motor correspondiente desde una gran distancia. O sea, el nervio aparece como estructura especializada excitable con una elevada capacidad de conducción si se considera la rápidez con que sobreviene la respuesta después de la excitación. Además por lo observado con el ciático esta estructura puede conducir en sentido periférico, centrífugo, hacia los músculos como en sentido contrario, centrípeto. Aquí es posible que surja la interrogante: ¿ Hacia dónde marcha el estímulo centrípeto?. Los alumnos pueden seguir investigando la trayectoria anatómica del nervio ciático, para lo cual se despeja (ayudándose con las pinzas) el cabo central del nervio y encontrarán que dicho nervio a través de sus ramificaciones penetra en la columna vertebral. Observando detenidamente la columna , los estudiantes verán que a ambos lados de ella los nervios que salen y entran simultáneamente a diferentes alturas. (#)

Estas observaciones presumiblemente harán pensar a los alumnos que los nervios pasan de un lado al otro a través de la médula espinal o bién inducirán a formular preguntas como ésta: ¿ Qué tipo de enlace existe entre esta región del sistema nervioso y los músculos ? ¿ Cuál es el rol de la médula espinal ? Un experimento drástico, decisivo, les proporcionará una base valiosa para razonar sobre el papel de la médula : y ,analisis de efectos inmediatos de la destrucción de la mélula.

Actividad 7.5b. Investigando los efectos de la destrucción medular.

Material:
Aguja de disección larga o alambre, y
el mismo anterior.

En el mismo animal decapitado en el cual se han hecho las observaciones anteriores se introduce un alambre o aguja de disección

---

(#) En una rata muerta, utilizada en otro experimento o en la propia rana, los alumnos podrán darse la tarea de aislar la médula espinal, cortando cuidadosamente los arcos vertebrados después de separar los músculos espinales. En lo posible deberá identificarse a las raíces anteriores y posteriores.

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

larga por el agujero occipital. La aguja se mueve enérgicamente dentro de la columna con el objeto de macerar todo el tejido nervioso. Inmediatamente después los alumnos pueden nuevamente probar diversos estímulos en la pata que tiene su nervio ciático intacto y comprobar que no hay respuesta alguna aún con estímulos intensos, exceptuando una pequeña reacción local, por efecto de la difusión de la corriente hacia la zona muscular subyacente . No aparece la típica respuesta de flexión de la pata estimulada que tantas veces habían observado en el animal normal y descerebrado.

El profesor hará que los alumnos comparen la técnica antes y después de la lesión medular haciendo una leve tracción de la extremidad tomándola de los dedos. El alumno apreciará que la tonicidad ha variado enormemente después de la destrucción medular(como también después de cortar los ciáticos), las patas penden flácidamente , por disminución del tono muscular. Hasta este momento las actividades han permitido a los estudiantes concebir que la médula es indispensable para la ejecución del movimiento, del mantenimiento del tono muscular; que en animal descerebrado sin un estímulo, no habrá movimiento pero estarán muy lejos aún de comprender como los nervios se enlazan con los centros medulares. Los alumnos podrían avanzar en la solución del problema si se esfuerzan en despejar las raíces medulares anteriores y posteriores de la médula espinal de una rana o una rata.

Actividad 7.5 c. Despejando y Seccionando las Raíces Anteriores y posteriores de la Medula Espinal de la Rana.

Material:

Rana y rata, y
el mismo anterior.

Esta actividad requiere de una rana , material que facilita enormemente la técnica por ser un animal de gran tamaño. La rana se decapita o descerebra. La descerebración consiste en seccionar la médula a la altura de la glándula del veneno separándola así del resto del encéfalo.

Una vez descerebrada, la rana se coloca en una tabla de disección con la espalda a la vista. Se hace una incisión vertical de la piel y se separa a los lados tomándola con pinzas. Se palpan las apófisis vertebrales y con una pinza roma (pinza fina con dos extremos envueltos en algodón) se separan los músculos de los canales laterales hasta dejar descubiertos los huesos que se cortan con una tijera desde la sexta a la octava vértebra. Esta operación se realiza con gran cuidado, para no lesionar la médula espinal. Descubierta la médula, se cortan las meninges que la cubren y aparecen las raices medulares . Se seccionan las raíces medulares anterior y posterior de un nervio. Aplicando estímulos en el cabo periférico de la raíz anterior se observa respuesta en las extremidades del mismo lado; aplicando estímulos en el cabo periférico de la raíz posterior no se observa respuesta alguna.

Este experimento debe repetirse ahora estimulando las raíces de otro nervio sin seccionar. En este caso los estímulos aplicados en

la raíz anterior producen respuestas en la extremidad del mismo lado y del lado opuesto (respuesta contralateral).

Durante toda la manipulación es imprescindible evitar que las raíces se resequen y por eso deben humedecerse constantemente con sol. Ringer. El estímulo eléctrico debe llegar sólo a la raíz que está estimulada y por supuesto no tocar con ellos otros tejidos que pueden conducir a respuestas por estimulación directa de ciertos músculos.

Debido a que esta actividad exige de una manipulación fina y considerando que la rana es un animal un tanto costoso de conseguir, el profesor puede realizar él mismo la técnica hasta despejar las raíces medulares y los alumnos solo llevar a cabo las estimulaciones de ellas.

Implicancias Metodológica de la Actividad 7.5c.

Las respuestas que se observan hacen concluír que las raíces anteriores (motoras) son de conducción centrífuga y dan lugar a una respuesta motora cuando se estimula el cabo periférico en el territorio de distribución. En cambio la estimulación de una raíz posterior no va seguida de respuesta muscular en el lado correspondiente. Además, si han observado con cuidado, ganarán el conocimiento de que los nervios resultan de la fusión de raíces anteriores y posteriores, que los nervios son " mixtos ", que contienen vías de conducción aferente (centrípeta)y eferente (centrífuga)

Los alumnos deberán claramente concebir que el nervio ciático que es uno de los más voluminosos, está formado por un conglomerado de fibras nerviosas que normalmente transmiten estímulos en sentido centrífugo (motoras) y centrípeto (sensitivas); que las fibras motoras (raíces anteriores) provienen de la médula espinal y que las sensitivas provienen del órgano receptor periférico y van hacia la médula.

El profesor deberá poner a disposición de los alumnos material bibliográfico para que puedan desarrollar el concepto que la médula funciona como centro reflejo y modulador ; además opera como órgano de conducción donde existen vías nerviosas que comunican los centros medulares entre sí, con otros centros nerviosos anteriores (encéfalo) , y que las fibras nerviosas motoras que mueven los músculos tienen su asiento en la sustancia gris medular.

Los alumnos tienen que informarse además de la estructura y algunas propiedades de la unidad anatómica y funcional del sistema nervioso : la neurona,que explicará gran parte de las características del sistema nervioso. Los alumnos serán requeridos en este punto a esquematizar la configuración de un arco reflejo indicando la trayectoria de la conducción de un estímulo desde el receptor al efector y llegar así a formular el modelo de arco reflejo y caracterizar algunas propiedades fundamentales del acto reflejo.

Actividad 7.5 d. Investigando algunas propiedades de los efectores.

Material:
Sapo decapitado utilizado anteriormente.
Estimulador eléctrico (#)
Material quirúrgico.
Pinzas para matraces.
Soporte.
Hilo de cocer.
Peso de 5-15 g
Algodón.
Solución Ringer.

Para investigar algunas propiedades de los efectores (músculos esqueléticos) es indispensable realizar un preparado neuromuscular. Para ello se saca la piel de la pata del sapo anteriormente decapitado (o de otro que pueda estar anestesiado) y despejando los músculos en la región posterior del muslo,se descubre el ciático y se sigue su trayectoria hacia arriba hasta el punto de la inserción del nervio en la columna vertebral. Allí se pasa un hilo bajo el ciático y se liga. Este hilo sirve para manejar el ciático. Durante esta manipulación es fundamental humedecer constantemente el nervio y proceder con sumo cuidado para no dañarlo.

Mientras más largo se corte el nervio y en mejor estado fisiológico se conserve, mejores serán los resultados observados. Antes de proceder a ligar y cortar el nervio , se pide nuevamente a los alumnos observar lo que ocurre con el tonus muscular de esa pata. Al cortar el nervio la tonicidad desaparece no así en la extremidad opuesta normal. Será una nueva comprobación de la acción contínua del Sistema Nervioso sobre la musculatura estriada.

A continuación se procede a aislar el gastronecmio, músculo largo y fusiforme que se inserta en la cara posterior del pie por un tendón blanco nacarado (tendón de Aquiles). La otra extremidad del músculo se inserta en el fémur, con el tendón poco visible cubierto por la masa muscular posterior del muslo.

El músculo se aisla cortando el tendón de Aquiles lo más abajo posible . Por el otro extremo se corta la tibia en su parte mas alta. Se limpia de sus inserciones musculares el tercio inferior del fémur y se corta también este hueso. Así queda una preparación que consiste de una parte muscular el gastrocmenio fijado en un extremo del hueso y en una parte nerviosa, el nervio ciático unido al músculo.

Este preparado neuromuscular se fija con una pinza de "matraces" con la que se muerde el hueso. La pinza colocada horizontalmente se sujeta a un soporte vertical de manera que el músculo quede suspendido verticalmente. El nervio cuidadosamente se coloca sobre una delgada capa de algodón humedecido con suero fisiológico que puede quedar recostado sobre la pinza. Del músculo se suspende con un hilo fuertemente amarrado al tendón,un peso de 10-15 o 20 g según el desarrollo del músculo.

(#) Vease la nota que mas adelante va al pie de esta actividad.

Luego se procede a aplicar estímulos eléctricos sobre el nervio (#a), teniendo cuidado de no traccionarlo con los electrodos. Es conveniente iniciar el experimento utilizando estímulos de intensidad subumbral y que por lo mismo, no den lugar a respuestas cada vez que se cierra el circuito.

Aumentando poco a poco la intensidad de la corriente se llegará a un punto en que aparece la primera respuesta contráctil visible, punto en el cual el músculo apenas levantará el peso que cuelga del tendón. Esta primera respuesta corresponde a un estímulo umbral. Esta contracción va seguida de relajación aún cuando se mantenga cerrado el circuito y pase corriente por el nervio (#b).

A partir de este momento , todo incremento en la intensidad del estímulo da lugar a respuestas más y más enérgicas con un acortamiento cada vez mayor por parte del músculo hasta que se logra obtener una sacudida máxima. Todas estas contracciones van seguidas de la fase de relajación y el músculo cada vez vuelve al punto de partida.

Obtenida la contracción "máxima" , un estímulo más intenso no logrará producir un efecto mayor (estímulo supramaximo)

(#a) Si se desea estudiar con rigurosidad el efecto que tiene sobre la intensidad de la contracción muscular el cambio de la intensidad de la corriente debe emplearse un estimulador que proporcione a los electrodos corriente continua y no corriente alterna, como ocurre con el estimulador construído de acuerdo con el esquema descrito. Para disponer de corriente continua de bajo voltaje, lo más sencillo es dejar fuera del circuito el transformador (tipo timbre eléctrico) y sustituirlo por una batería (de automóvil) o una batería de pilas secas que proporciona un voltaje adecuado (3,4,6, y 10 ó más volts.)
El potenciómetro o la resistencia intercalada permitirá hacer actuar a voluntad corriente contínua de diversos voltaje.
Además, si no se dispone de batería , pilas u otra fuente de corriente continúa, resulta cómodo por su durabilidad indefinida, sustituir el tipo simple de transformador de timbre , por un transformador que se encuentra en el comercio premunido de un dispositivo " convertidor " que transforma la corriente alterna (50 c) en corriente continúa. El mismo potenciómetro o resistencia variable del instrumento descrito en la sección correspondiente primitivo modifica el voltage de esta corriente continúa desde o volt hasta 8 o más volts. De este modo cuando se usan como fuentes de poder las pilas, baterías, o bien cuando se intercala el transformador con un "convertidor" cada vez que se cierra el circuíto, se descargará sobre el nervio un solo impulso cuya duración corresponderá al tiempo en que el circuito se mantiene cerrado y no descargará en cambio una serie de estímulos cuya frecuencia depende del número de ciclos de la corriente y del tiempo que dura el cierre, cuando se hace actuar directamente la corriente alterna.

(#b) La contracción única seguida de relajación es lo que se llama habitualmente sacudida muscular.

Actividad 7.11. Comparando las características de u. acto reflejo incondicionado y condicionado.

Materiales:
Acuario.
Peces de poca edad.
Alimento para peces.
Lámpara o linterna.

La riqueza conceptual que pueda emerger del estudio comparado entre los reflejos condicionados e incondicionados, debiera ser un buen estímulo para que los alumnos pudieran llevar a cabo algún experimento ilustrativo. El montaje en general de estos experimentos de reflejo condicionado no es fácil, porque justamente exijen " condiciones"especiales difíciles de alcanzar en el aula o laboratorio de un Liceo. Sin embargo, pueden intentarse algunos, si se dispone de ciertos medios y se logra conseguir una coloboración entusiasta de los propios alumnos y si a lo largo de los ensayos se respetan estrictas condiciones. A vía de ejemplo puede estudiarse los movimientos de peces en un acuario, cada vez que se encienda una luz fuerte que ilumine el estanque. En un acuario se introducen pececitos que se mantienen en la penumbra. Después que estos se adaptan se establece un régimen de alimentación a horario fijo, introduciendo un alimento muy apetitoso de dos a tres veces al día, siempre en las mismas condiciones y en un punto dado del acuario, pero haciéndo actuar algunos segundos antes, la luz colocada frente al estanque; Tan pronto se introduzca el alimento que atrae a los peces apáguese la luz. Utilice en lo posible un alimento uniforme que sea vorazmente comido por los peces y que expenden los negocios del ramo. Al cabo de algunos días , los alumnos comprobarán que bastará encender la luz, sin proporcionar el alimento, para provocar el mismo desplazamiento y agitación de los peces que el observado al introducir alimento. El éxito de este experimento depende de que cuando se combinan el estímulo incondicionado (alimento) con el condicionado (luz) se evite la acción de otros estímulos perturbadores, como puede ser el movimiento de personas en torno del acuario. El profesor hará notar el hecho de observación habitual, que los peces en cualquier acuario, muestran gran agitación cada vez que la persona que diariamente da el alimento se hace presente frente al acuario. El estímulo visual continuado por la imagen de la persona pasa a ser un estímulo condicionado eficaz.

Con los mismos pececillos que han adquirido (o aprendido) a reaccionar con el estímulo condicionado (luz de ampolleta) se puede llegar a probar la extinción del reflejo, aplicando repetidamente el estímulo luminoso, sin " reforzarlo" con el estímulo incondicionado (alimento).

Lecturas dirigidas y una discusión en la que participen todos los alumnos , contribuiría a alcanzar los objetivos pedagógicos deseables.

Implicancias Metodológicas.

Los alumnos a través de la secuencia de experimentos e indagaciones en la bibliografía pertinente deben haber logrado adquirir el

concepto de reflejos medulares y otros de tipos de reflejos incondicionados. Conocer algunas de sus características , su automaticidad, y cuya adquisición por parte del animal no ha obedecido a un proceso de " aprendizaje" sino que está ya determinado desde el momento de nacer. El arco reflejo que forma su base anatómica está ya preformado aún antes que opere el primer estímulo que desencadena el acto reflejo correspondiente. Es importante que conozcan que estos reflejos innatos, incondicionados ,no forman el único equipo reflejo del cual va a disponer el animal(hombre incluído) en el curso de su vida; deberán saber que existen reacciones reflejas " aprendidas" condicionadas. El profesor puede invocar actos habituales, de la vida diaria que el hombre realiza. Así a título de ejemplo, el movimiento automático que hace una persona al acercarse a la puerta de su casa de buscar la llave en su bolsillo, o bien la secreción refleja de saliva, cuando percibe un olor grato a comida, etc.

Actividad 7.12a. Conociendo Receptores Sensitivos en Regiones Profundas.

El alumno debe adquirir el concepto que el sistema nervioso, por su inmensa red de vías sensitivas y riqueza de órganos sensoriales, recibe un número considerable de estímulos o mensajes del mundo exterior que le permiten reaccionar adecuadamente y adaptarse a su ambiente ecológico y social. Además,está constantemente percibiendo estímulos originados en su propio cuerpo; de la intimidad de sus músculos, articulaciones, etc, y también de sus distintas vísceras y aparatos vegetativos que continuamente le " informan" sobre el estado funcional de cada parte constituyente y que gracias a ello, el sistema nervioso puede ejercer su acción coordinada, reguladora integradora sobre todas las funciones vegetativas , acomodadas a los requerimientos del conjunto.

Este aspecto exije que los alumnos alcancen a elaborar el modelo de un proceso autorregulador,del tipo servomecánico, de retroalimentación (feed-back). Algunos ejemplos experimentales, complementados con la lectura de textos, permitirán a los alumnos concebir claramente el concepto.

Actividad 7.12b. Conociendo Funciones Nerviosas de un Orden mas Complejo.

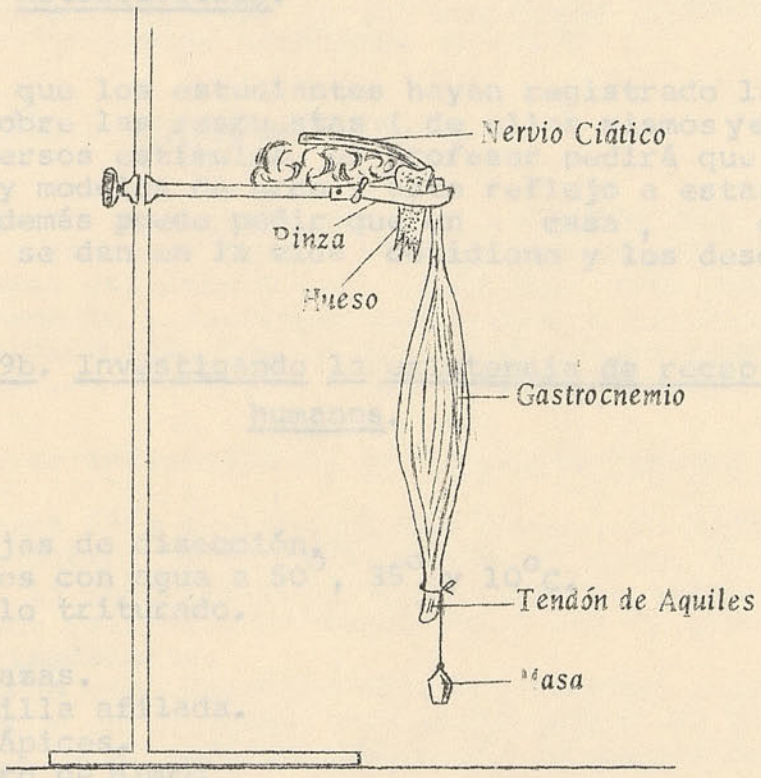
En este capítulo, tienen cabida actividades variadas que en parte pueden ser analizadas por los propios alumnos, en discusiones de grupos, tomando como base la lectura de trabajos de investigación acerca de las funciones cerebrales de orden superior y que confieren una posición única del hombre en el reino animal.

A los procesos centrales de la corteza cerebral en los procesos de percepción conciente, voluntad, memoria, aprendizaje, juicio y otros atributos de la mente.

De paso el alumno comprobará que con estímulos de cierta intensidad al abrir el circuito (levantar la palanca) también se provoca contracción muscular, por lo tanto, si se observa con atención, el alumno encontrará que se producen respuestas motoras por acción de la corriente eléctrica, tanto cuando pasa la corriente por el nervio como cuando ésta deja de pasar.

Hasta este momento el alumno ha observado sacudidas simples por estimulación singular del nervio con corriente contínua y caracterizadas por la relajación que sobreviene después de la contracción. Pero el músculo puede mantenerse contraído por un tiempo mas largo (#) aplicando varios estímulos seguidos separados por muy corto intervalo (fracciones de segundo). Esto lo consigue el alumno abriendo y cerrando el circuito rápidamente por movimientos del interruptor a intervalos muy cortos. El músculo entrará en una fase de contracción sostenida de mayor amplitud que la que se obtiene con un estímulo aislado. Esto se verá claramente si durante todo el experimento se emplea una intensidad de estímulos que sea submáxima. Si se prolonga esta forma de estímulos por medio minuto o más se observará que se mantiene contraído todo el tiempo. Bajo la influencia de estos estímulos repetitivos el músculo levantará el peso al máximo y solo empezará a elongarse cuando se inician en él los procesos de fatiga.

(#) En este momento el profesor llamará la atención acerca del tipo de contracción que caracteriza a los movimientos espontáneos de cualquier región del cuerpo. Los movimientos voluntarios no corresponden al tipo de sacudidas sino de tétanos. En otro termino los centros motores actúan sobre un músculo, o sobre un grupo de músculos descargando impulsos repetidos y no un impulso único.



Actividad 7.9 a. Investigando la Existencia de Reflejos en el Hombre.

Los alumnos podrán hacer las investigaciones de estos reflejos en sus propios compañeros.

1º Estornudo. Con una pluma de ave se cosquillea la mucosa nasal. Rápidamente sobreviene el estornudo.

2º Reflejos pupilares. Colóquese un compañero frente a una ventana, de manera que los ojos queden igualmente iluminados; se tapan éstos con las manos, y después de unos segundos se descubren de nuevo. En la oscuridad, las pupilas se dilatan y se contraen de nuevo a la luz, iluminando súbitamente la pupila con una lámpara de mano.

Este reflejo fué descubierto por Roberto Whytt (1714-1766), quién observó que no se produce cuando están destruídos los tubérculos cuadrigéminos anteriores.

Hágase mirar a un compañero alternativamente cerca y lejos. Se observará que con la misma luz, para mirar lejos , las pupilas son más grandes que para mirar de cerca. Se trata aquí del reflejo pupilar a la acomodación.

3º Reflejo rotuliano. Un compañero se sienta sobre una mesa y se deja la pierna en relajación total. Para lograr ésto, es mejor que esté distraído, por ejemplo, leyendo. Entonces se percute por debajo de la rótula con el borde de la mano o con el martillo de reflejos. Muy rapidamente se producirá un movimiento de extensión de la pierna. Este reflejo, como todos los reflejos tendinosos es un caso particular del reflejo de tracción.

Implicancias Metodológicas.

Una vez que los estudiantes hayan registrado las observaciones realizadas sobre las respuestas (de ellos mismos y en otros compañeros) frente a diversos estímulos, el profesor pedirá que apliquen sus conocimientos y modelos de arco y acto reflejo a estas situaciones particulares. Además puede pedir que en casa , observen otros reflejos que se dan en la vida cotidiana y los describan.

Actividad 7.9b. Investigando la existencia de receptores sensitivos humanos.

Material:

Agujas de disección.
Vasos con agua a 50°, 35° y 10°C.
Hielo triturado.
Té.
2 tazas.
Varilla afilada.
2 lápices.
Negro de Humo.
Azúcar.
Cloruro de Sodio.
Quinina.
Amoníaco o alcanfor .

a) Puntos de calor y frío.

Se toman dos agujas montadas en un mango de madera, en lo posible sin mucha punta, y se sumerge unos minutos una de ellas en agua a 50°C, y la otra, en hielo triturado. Al sacarlas del agua se hacen rozar con el borde del vaso, para que no quede una gota pendiente.

Con la punta se explora una región cualquiera de la piel, por ejemplo, el dorso de la mano. Se marcarán los puntos sensibles para el calor con tinta roja; los sensibles para el frió, con tinta negra. (Obsérvese que los puntos sensibles al calor son distintos de los puntos sensibles al frío.)

No se trata, pues, en realidad de un solo órgano de termorecepción, sino el de dos receptores distintos. Hay más puntos de frío que de calor; el número total de los puntos de frío es de 250.000; de los de calor, de 30.000(#). En las diversas regiones del cuerpo se observa sensibilidad distinta a la temperatura; varía enormemente el número de puntos fríos y de calor respectivamente, según la región del cuerpo. El número de puntos de calor por un centímetro cuadrado es, por ejemplo, de 0,2 en el brazo y de 2,0 en la cara lateral de los dedos.

b) Influencia de la superficie estimulada sobre la intensidad de la sensación térmica.

Se toma agua a 50°C en un vaso grande. Se introduce primero un dedo y luego toda la mano. Repítase esta observación con la otra mano, en orden inverso, introduciendo primero toda la mano y luego sólo un dedo.

La sensación de calor (o de frío, si se prueba luego con agua fría) es tanto más intensa cuanto sea la superficie expuesta. Evidentemente esto depende de que con mayor superficie se estimula un mayor número de puntos sensibles al calor.

c) Adaptación a estímulos térmicos.

Se preparan tres vasos grandes , uno con agua a 50°C, otro con agua a 35°C, y otro con agua a 10°C aproximadamente. Se introduce una mano en el agua caliente y otra en el agua fría durante un minuto. Luego, rápidamente , se sumergen las dos en el vaso con el agua tibia; se percibirá calor en la que estaba en el vaso frío, y frío en la otra.

Variación de la intensidad de la sensación térmica por el lugar del estímulo.

Se prepara té y se pone en dos tazas . Se deja enfriar hasta que se pueda beber. En la otra se mete el dedo. Mientras que en la mucosa bucal la temperatura es perfectamente tolerable, en el dedo nos parece muy caliente. La temperatura del té que se puede beber es de 60°C aproximadamente.

De acuerdo con este hallazgo experimental , se comprueba que en el paladar y en la lengua hay pocos "puntos de calor"; otras partes de la cavidad bucal carecen totalmente de "puntos de calor". Al contra

---

(#) Estimativamente.

BIBLIOTECA NACIONAL

rio, hay gran riqueza en puntos fríos, especialmente en el paladar.

Según toda la probabilidad, son los corpúsculos de Krause las terminaciones nerviosas en los puntos de frío, faltando los corpúsculos de Krause en la córnea, que carece de sensibilidad para el frío.

Los corpúsculos de Ruffini, situados más profundamente que los de Krause, son probablemente las terminaciones sensitivas al calor. Al actuar el calor, la sensación no alcanza inmediatamente su intensidad máxima, contrariamente a lo que sucede con la sensación del frío.

Tangirrecepción. Sensaciones de tacto y de presión.

Los puntos de presión.

Se explora el dorso de la mano con una varilla afilada de madera sin mucha punta; puede servirse también del "pelo excitador" de V. Frey, que consiste de una cerda mantenida en ángulo recto en la punta de una varilla. En ciertos puntos se obtiene la sensación de presión o de tacto. Marcando con tinta negra (pequeñas cruces) se comprobará que en la piel velluda los puntos de presión se encuentran de preferencia detrás de los pelos; raramente se encontrará un punto de presión sin relación con el pelo. El número de los puntos de presión varía entre 20 y 125 por centímetro cuadrado, siendo su número total 500,000, mas o menos.
Frecuentemente, la presión provoca una sensación de dolor

Localización de las sensaciones cutaneas.

Un compañero toma un lápiz cuya punta se ha pasado previamente por un papel cubierto de negro de humo. con otro lápiz, también con la punta ahumada, tocamos un punto de su mano; sin mirar, debe tocar con su lápiz el mismo punto; los dos contactos quedarán registrados por dos circulitos negros sobre la piel. De esta manera podemos apreciar la capacidad de localización de las sensaciones.

Del experimento resulta que tenemos la facultad de localizar cada estímulo de presión que actúa sobre la piel. Cada punto de presión tiene, por así decirlo, su signo local. Es fácil convencerse de que ésto se aplica también a la termorrecepción.

En este experimento hay una causa de error muy importante. El punto señalado por el sujeto depende de dos condiciones muy distintas; no sólo la capacidad de localización de la sensación (signo local), sino también de la capacidad motriz para llevar el lápiz, sin mirar, exactamente al punto que se quiere. Está claro que aquí intervienen impulsos propioceptivos musculares y de otros tipos. En la vida normal, estas localizaciones motoras se facilitan por el concurso de la vista. Su estudio, sin intervención visual, constituye un medio corriente de exploración neurológica.
En su forma más pura los signos locales se nos presentan en la determinación de los umbrales espaciales.

Umbrales espaciales.

Se toma un buen compás de puntas romas o en su defecto 2 agujas de disección y se estudia en diversas regiones del cuerpo la mínima distancia - o umbral espacial- a que se perciben claramente las dos puntas.

Esta distancia umbral varía mucho, según el lugar de la observación Así Weber (1834) indica estas cifras en milímetros.

Punta de la lengua.....	1.
Punta de la nariz.....	6,8
Pómulo.....	15,8
Antebrazo.....	67,7
Yemas de los dedos.....	2
Mejillas.....	11,3
Dorso de la mano.....	31,6
Brazo.....	60
Línea media dorsal.....	67,7.

En estas cifras se observan grandes variaciones individuales , y dependientes también del compás con que se estimule , especialmente de la agudeza de las puntas. El hábito modifica la sensibilidad de las diversas partes del cuerpo.

Quimiorrecepción: Sensaciones gustativas y olfativas.

Sensaciones gustativas. Necesidad de la solución.

Se seca bién la boca con un paño limpio, y se pone sobre la punta de la lengua un cristalito de azúcar o de sal. No se percibirá ningún gusto. Si se bebe un poco de agua o se estimula la producción de saliva, por movimientos de masticación, aparece inmediatamente el gusto.

El mismo experimento puede hacerse con una substancia amarga , poco soluble, como la quinina, en subtancia que se pone sobre la base de la lengua.

Evidentemente, la recepción de los estímulos químicos por la mucosa bucal es posible sólo cuando las substancias sápidas están disueltas.

Nos encontramos aquí con una función de la saliva; además de su acción digestiva sobre los glúcidos y de su acción lubricante en la deglución, es necesaria para la percepción de los gustos. Esta es una función alimenticia -protectora- , ya que por las sensaciones gustativas se aprecian muchas condiciones de la sustancia alimenticia

Sustancias insolubles no pueden servir de estímulos gustativos; así por ejemplo, un objeto de oro o platino bien limpio no provoca ningún gusto. Otros metales, como cobre, plata, hierro,actúan como estímulos gustativos en cuanto reaccionan con las sales de la saliva.

Localización de la percepción gustativa.

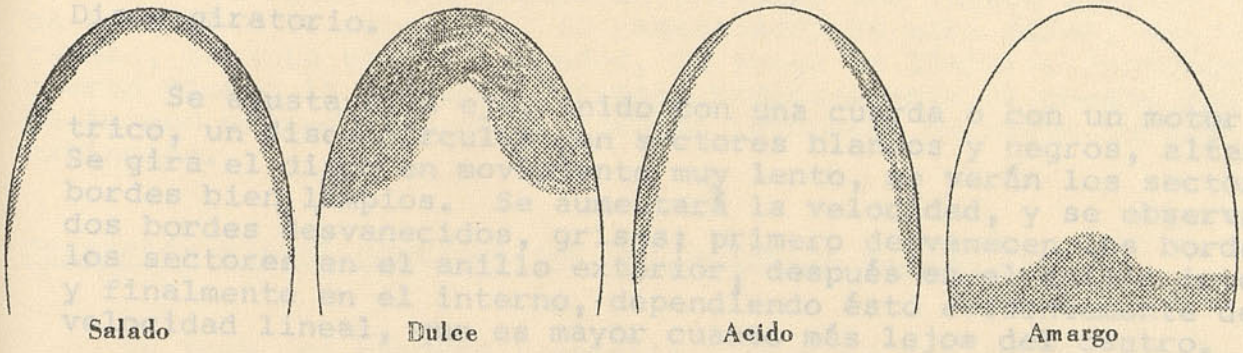
Se preparan cuatro soluciones; de sacarosa al 5%; de ácido cítrico al 2%, de cloruro sódico al 5% y de sulfato de quinina al 1%. Después de secar la lengua con un paño, se aplican una después de otra, y lavándose y secándose la boca entre ellas, las cuatro soluciones.La aplicación se hace con un pincel, o con una varilla de vidrio, para cada solución separadamente. Estas cuatro soluciones pue-

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCIÓN CHILENA

den darse como tipo de los cuatro sabores fundamentales : dulce, ácido, salado y amargo.

Obsérvese la diferencia del sabor y el lugar donde es mas intensa cada sensación gustativa.

Se comprobará que el sabor dulce y el salado se perciben mejor en la superficie de la lengua, prolongándose la zona correspondiente más hacia la punta. El sabor ácido se siente especialmente en los bordes linguales y el amargo en la región posterior de la lengua.



Sensaciones olfativas. Necesidad de la inspiración.

Se hace respirar varias veces profundamente a un compañero para que se produzca apnea. Se acerca a la nariz un frasco de boca ancha con amoníaco o alcanfor. No se percibe el olor mientras no se aspira. Del experimento resulta que el estímulo olfativo es volátil, es decir, se encuentra disuelto en los gases respiratorios y debe llegar a la cavidad nasal.

Aunque el olfato en el hombre está mucho menos desarrollado que en los animales, puede percibir todavía , $4,4 \times 10^{-11}$ gramos de mercaptano en un litro.

Fotorrecepción : Sensaciones visuales o luminosas.

Sensaciones visuales acromáticas.

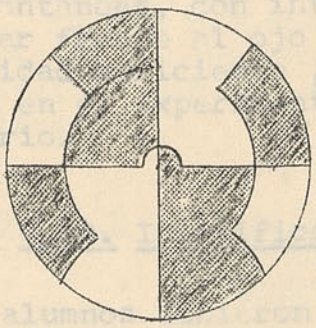
Pertenecen a este grupo todas las gradaciones de gris, entre blanco (claro) y negro (oscuro) ; es decir, los distintos grados de luminosidad (" color sin tono " , según Hering , como contrapuestos a los colores con tono , que son los colores del espectro).

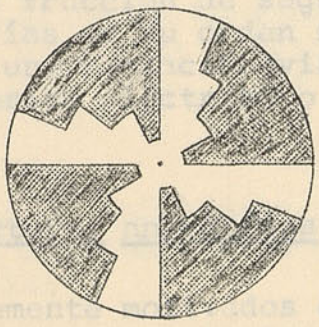
Imágenes consecutivas positivas.

Disco giratorio.

Se ajusta a un eje, unido con una cuerda o con un motor eléctrico, un disco circular con sectores blancos y negros, alternados. Se gira el disco en movimiento muy lento, se verán los sectores con bordes bien limpios. Se aumentará la velocidad, y se observará los dos bordes desvanecidos, grises; primero desvanecen los bordes de los sectores en el anillo exterior, después en el anillo intermedio y finalmente en el interno, dependiendo ésto evidentemente de la velocidad lineal, que es mayor cuanto más lejos del centro.

Del experimento resulta que la sensación se produce sólo al haber actuado la luz cierto tiempo, y que la sensación persiste más que lo que dura la estimulación; si no fuera así no importaría la velocidad con que se mueve el disco y se vería siempre blanco y negro, sin bordes grises.





Si se mueve el disco con mayor velocidad; ya no se verán más el blanco y negro separadamente, sino sólo gris, primero en el anillo exterior, después también en los otros anillos. Todo el disco se verá gris, de idéntica luminosidad. Esto se explica admitiendo que con velocidad suficiente la sensación de blanco no alcanza a su máximo o no se ha producido todavía su extinción cuando ya cesa el estímulo blanco y comienza el negro. Que realmente así es, lo demuestra el experimento con otro disco giratorio en que los sectores blancos aumentan con la distancia del centro; cuanto mayor la extensión del blanco, tanto mayor la luminosidad del anillo.

Lámpara eléctrica.

En una habitación oscura se enciende una fuerte lámpara eléctrica de vidrio transparente, no esmerilado. Se mira firme, sin mover la cabeza, durante varios segundos, Se apaga la lámpara. Continuará por cierto tiempo la sensación visual, especialmente al cerrar los ojos. La imagen consecutiva puede también iniciarse de nuevo después de su extinción.

Sensación visual contínua por estimulación discontínua.

Se toma una pequeña lamparita eléctrica con cordón de más o menos dos metros y medio. Se hace girar en movimiento circular, con metro de cordón como radio. Si el movimiento es suficientemente rápido, se verá una circunferencia luminosa contínua, en vez de un punto luminoso en desplazamiento.

Se desprende del experimento lo mismo que del disco giratorio con blanco y negro; si estímulos luminosos discontínuos siguen con un intervalo más corto que el correspondiente a la duración de la sensación visual, es decir, si un estímulo comienza a actuar antes que se haya producido la extinción de la sensación producida por el estímulo anterior, se producirá una sensación contínua.

En la persistencia de la sensación visual o en la imagen consecutiva positiva se funda la cinematografía; se hacen varias fotografías instantáneas, con intervalos de una fracción de segundo, y al hacer pasar frente al ojo estas fotografías en su orden natural, y con velocidad suficiente , se producirá una sensación visual continua, como en el experimento con la lamparita eléctrica o con el disco giratorio.

Actividad 7.10. Identificando las estructuras anatómicas de un ojo.

Los alumnos debieron ser suficientemente motivados con el desarrollo de las actividades 7.9 como para buscar en textos adecuados, información sobre organización, estructura de los receptores sensoriales, particularmente del ojo. Ojos de buey obtenidos en el matadero se prestan para identificar las partes fundamentales del ojo; sus medios transparentes, la existencia de la retina y nervio óptico

SITUACION DE APRENDIZAJE 8.

"Las hormonas son sustancias que pasan al medio interno y participan en la regulación e integración funcional del ser vivo "

CAMBIOS CONDUCTUALES QUE SE DESEAN ALCANZAR CON LAS ACTIVIDADES DE ESTA SITUACION DE APRENDIZAJE.

Al término de las actividades que a continuación se indican los alumnos serán capaces de:

1º Comprender que en animales existen órganos (glándulas endocrinas) que elaboran principios químicos específicos (hormonas) que como secreción interna son entregados a la sangre y van a actuar a distancia en algún punto del organismo. Ante la presencia de una de estas sustancias órganos o estructuras responden especificamente (órganos blancos) , modificando su estructura o iniciando , acelerando o inhibiendo un proceso bioquímico. Algunas de estas hormonas regulan el funcionamiento de glándulas endocrinas las que responden con la elaboración de otra hormona, que aparte de su acción específica, puede llegar a inhibir la producción y entregar de la hormona que desencadenó su liberación. (Autoregulación tipo servo-mecanismo", feed-back".

2º Establecer que el sistema endocrino no funciona ni aislado ni en forma desorganizada; él está en íntima relación con el sistema nervioso junto al cual se logra una regulación e integración funcional del ser vivo.

3º Comprender que en los animales se producen hormonas cuya principal acción fuera de lograr una integración más completa es de regular importantes funciones como crecimiento, madurez sexual, metabolismo , etc. En los vegetales, también se elaboran hormonas (auxinas) pero el sitio de producción no está en un órgano específico, ni siempre se ha aislado con precisión el órgano blanco que será estimulado. (es más difuso).

Actividad 8.1.a,b. Investigando Influencia de Andrógenos y Estrógenos sobre el desarrollo de los caracteres sexuales secuncundarios y accesorios.

Materiales y animales:

9 ratas machos de 120 g
9 ratas hembras de 120 g
Material quirúrgico.
Algodón.
Aceite de comer.

Testosterona 0,5 mg diariamente X rata (total 15 mg)
Estradiol 0,5 mg diariamente X rata (total 15 mg)
Tablas de disección.
Anestésico.
Jeringa de 1 ml para inyectar aceite y hormonas.
Suero fisiológico.
Penicilina en polvo.
Tintura de iodo.
Porta-objetos.
Asas para frotis vaginal.

Se toman 6 de los 9 machos y 6 de las 9 hembras y se procede a castrarlas, como se le indica a continuación. (#).

Actividad 8.1 a.

Castración de la rata macho.

La castración consiste en la extirpación de las gónadas. (ovarios o testículos). La castración del macho puede realizarse por vía escrotal o abdominal. El escroto es la bolsa donde se ubican los testículos. En este caso consideraremos la última por ser más sencilla y acarrear menos problemas:

1º Se anestesia la rata con un anestésico de corta duración (éteravertina)

2º Se depila y limpia con un algodón húmedo la piel del escroto.

3º Se abre la piel del escroto por la línea media y se verá aparecer un plano muscular (músculo cremaster) ; se abre este músculo con ayuda de la tijera; por transparencia podrá ver los dos testículos a ambos lados de la línea media. Si éstos no se observan , presione suavemente la pared abdominal por encima de la sínfisis púbica (para que desciendan).

4º Cuando descienden se abre la hoja muscular y se toma al testículo por la albúgínea (tejido conjuntivo denso que lo recubre); con una pinza diente de ratón se le tracciona hacia afuera, líguelo de modo que los vasos que están relacionados con el testículo y el epidídimo queden desconectados de ellos.

5º Se separa el testículo cortando con una tijera sobre la amarra.

6º Se cierra el plano muscular y se agrega penicilina en polvo.

7º Se procede del mismo modo con el otro testículo.

8º Una vez castrado el macho se sutura la piel y se pincela con tintura de iodo.

Actividad 8.1b.

Castración de la rata hembra.

1º Se anestesia la rata con anestésico de corta duración (éter avertina)

2º Se depila la piel de la pared abdominal lateral , un poco más arriba de la fosa ilíaca. Se abre a continuación el plano muscular.

(#) Este experimento puede hacerse con menos animales (3). Se entiende que las condiciones que se describen son muy adecuadas para una buena demostración y amplio trabajo de los alumnos. Pero si se dispone de un número reducido de ratas, el profesor al menos podría lograr una comparación entre los animales catrados y normales.

3º El alumno podrá ver los intestinos y gran cantidad de tejido adiposo. Traccionando este último con una pinza fuera del cuerpo de la rata ; en el espesor de la masa de grasa, saldrán incluídos el cuerno del útero, trompa, y ovario.

4º Se pasa con ayuda de una pinza fina un hilo sobre y bajo el ovario, se amarran los hilos con firmeza para interrumpir de este modo la circulación entre el cuerpo y el ovario.

5º Se aisla el ovario con ayuda de una tijera fina. Si la operatoria ha sido bien realizada no debe manar sangre de la superficie seccionada.

6º Se agrega penicilina en polvo (#a)

7º Se satura el músculo y la piel. Se pincela con solución de tintura de iodo.

8º Se deja a la rata en un ambiente adecuado hasta su total recuperación, dejando libre acceso al agua de bebida.

Después de pasada una semana de la castración se pueden utilizar los animales para montar el siguiente experimento:

3 ratas machos normales (#b)
3 ratas machos castrados + aceite inyectado subcutáneamente X 7 días.
3 ratas machos castrados + 0.5 mg testosterona inyectada subcutáneamente X 10 días. (Total 15mg).

3 ratas hembras normales.
3 ratas hembras castradas + aceite inyectado subcutáneamente X 7 días.
3 ratas hembras castradas + 0.5 mg de estradiol inyectado subcutáneamente a diario X 10 días (Total 15 mg)

Las inyecciones pueden prolongarse hasta por 10 días, después de este tiempo el experimento se desmonta. Para esto se sacrifican todos los animales y se procede a pesar las siguiente estructuras.

a) En machos: vesícula seminal, pene.

b) En hembras: útero , vagina.

Para poder comparar los pesos el grupo de alumnos debe expresarlos en milígramos por 100 de peso corporal de rata:

(#a) Su uso no es absolutamente indispensable, si hace la operación con rigurosa limpieza(piel, instrumentos, manos).

(#b) Si no se dispone del número de ratas que aquí se propone, el experimento puede realizarse con un número mínimo que al menos permita ver el efecto de una de las hormonas (estradiol o testosterona).

Completar el siguiente cuadro:

Machos	Peso corporal	Peso órganos		Peso Mg X 100gr-peso	
		Vesícula seminal.	Pene.	Vesícula seminal	Pene.
Normales.					
Castrados + Aceite.					
Castrados + testosterona.					

Se expresan los resultados en un gráfico e interpretan la importancia que tienen las gónadas en la mantención de las características sexuales secundarias.

Hembras	Peso corporal	Peso órganos		Peso org. mg X 100g-p	
		útero	vagina	útero	vagina.
Normales.					
Castradas + aceite.					
Castradas + estradiol.					

Se grafica e interpreta la importancia que tiene el ovario en la mantención de las características sexuales secundarias.

Utilizando el mismo método que se usó para observar la presencia de espermios en la vagina de ratas (fecundación), sería importante realizar diariamente en los 3 grupos de ratas hembras un frotis vaginal para observar los cambios citológicos que se producen en la vagina, de los cuales es responsable la falta de ovario, el estrógeno que está inyectado, etc.

Efectuando un frotis vaginal.

a) Se toma a la rata por el dorso, se introduce en la vagina una asa de alambre previamente preparada.

b) Se hace girar el asa en el interior de la vagina.

c) Una vez fuera se coloca (apóyela) sobre la gota de suero que previamente había colocado en un porta-objeto.

d) Se observa al microscopio.

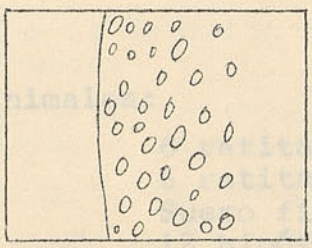
En una rata más o menos en un período de 5 días (tiempo que dura el ciclo sexual) se puede observar cambios en las estructuras celulares que aparecen al hacer el frotis.
Estas etapas del ciclo son:

a) Diestro: se observa gran cantidad de leucocitos.

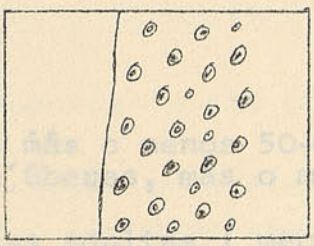
b) Proestro: gran cantidad de células pequeñas redondas y con un núcleo visible.

c) Estro: gran cantidad de células cornificadas.

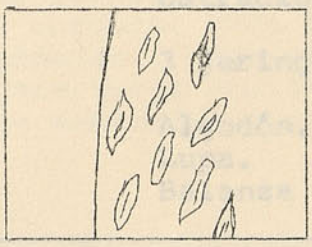
d) Metaestro es una mezcla de células de la etapa a-d.



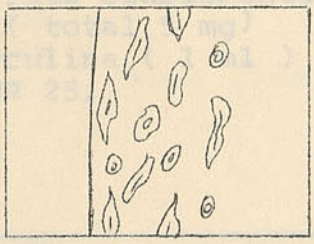
DIESTRO



PROESTRO



ESTRO

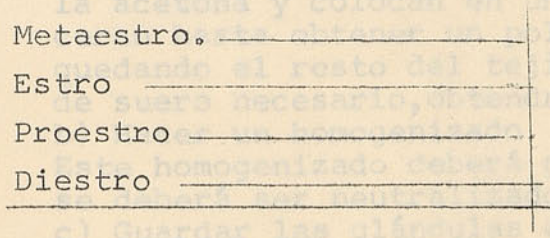


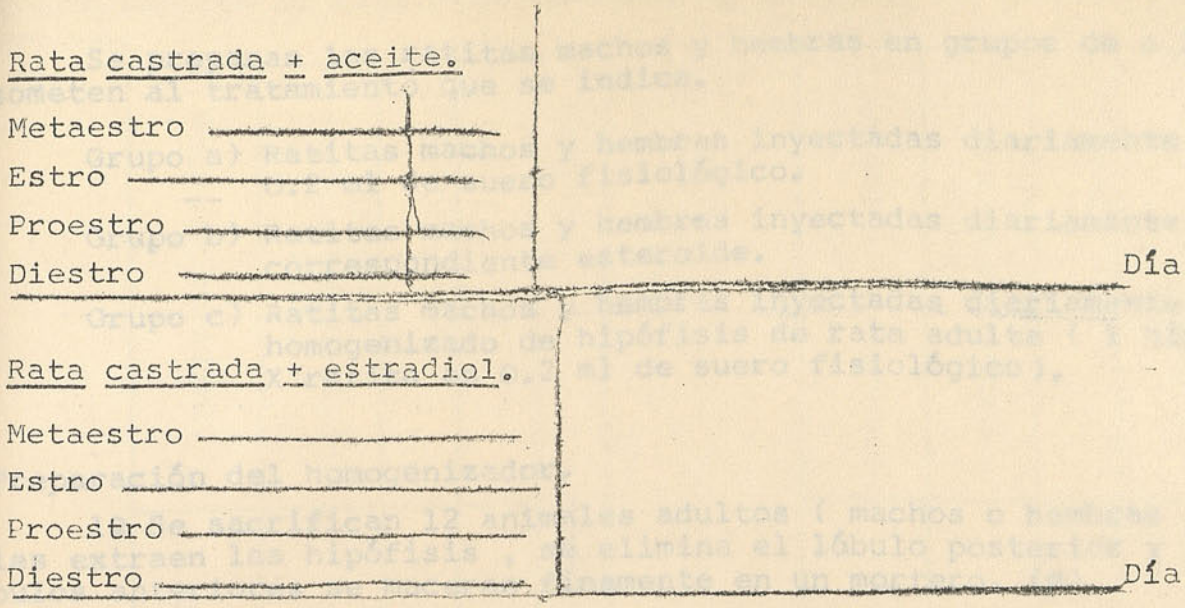
METAESTRO

Si se hace diariamente el frotis por los 10 días podrá apreciar algunos cambios que se pueden expresar en los siguientes gráficos.

Rata normal.

Etapa del ciclo.





Actividad 8.1c. Investigando la acción de las gonodotrofinas hipofisiarias sobre el control y funcionamiento de los caracteres sexuales primarios (gónadas) y de estos sobre los secundarios.

Materiales y animales:

6 ratitas impúberes más o menos 50-60 g.
6 ratitas machos impúberes, más o menos 50-60g.
Suero fisiológico.
12 hipófisis de ratas adultas (machos o hembras (#)
Testosterona 0.3 mg X rata diariamente (subcutánea) (total 5 mg)
Estradiol 0.3 mg X rata diariamente (subcutánea) (total 5 mg)
3 jeringas de tuberculina (1 ml) con aguja Lüer Nº 25.
Algodón.
Lupa.
Balanza de torción

(#) Posiblemente el poder disponer de 12 ratas para sacrificar, únicamente para la obtención de las hipófisis es muy difícil, pero si el profesor tiene la precaución de guardar las hipófisis de todos los animales utilizados en los experimentos anteriores, no tendrá problemas. Las hipófisis una vez sacadas del animal pueden ser guardadas de 3 maneras :
a) En acetona. Con esto se deshidratan totalmente sin perder su actividad gonodotrófica. Cuando se vayan a utilizar se sacan de la acetona y colocan en un morterito con arena de cuarzo y se maceran hasta obtener un polvo impalpable. La acetona se evapora , quedando el resto del tejido al cual si Ud. agrega la cantidad de suero necesario, obtendrá el homogenizado listo para inyectar.
b) Hacer un homogenizado de glándula en ácido acético 0.25 %. Este homogenizado deberá guardarse en el freezer y antes de usarse deberá ser neutralizado con Na HCO_3 ó Na OH.
c) Guardar las glándulas en un frasquito tapado y colocado en el freezer para que se congelen.

Se preparan las ratitas machos y hembras en grupos de a 2 y se someten al tratamiento que se indica.

Grupo a) Ratitas machos y hembras inyectadas diariamente con 0.2 ml de suero fisiológico.

Grupo b) Ratitas machos y hembras inyectadas diariamente con su correspondiente esteroide.

Grupo c) Ratitas machos y hembras inyectadas diariamente con un homogenizado de hipófisis de rata adulta (1 hipófisis X ratita en 0.2 ml de suero fisiológico).

Preparación del homogenizador.

1º Se sacrifican 12 animales adultos (machos o hembras) y se les extraen las hipófisis , se elimina el lóbulo posterior y los lóbulos anteriores se maceran finamente en un mortero. (#)

2º Una vez homogenizados se agregan 2.5 ml de suero fisiológico.

3º Se agrega a esta suspensión 1 gota de toluol y se guarda en el refrigerador. De este homogenizado que contiene 1 hipófisis anterior en 0.2 ml de solución se inyecta día por medio a cada ratita del grupo c.

A los 7 días se desmonta el experimento y se realizan las siguientes observaciones:

1º Observar orificio genital de las hembras de los grupos a, b, y c ¿ Está abierto o cerrado ?

2º Sacrificar todos los animales y proceder como sigue:

a) Con ayuda de la lupa observar las características externas del ovario (presencia de folículos maduros, folículos hemorrágicos, cuerpos lúteos) de las ratitas de los grupos a, b, y c.
b) Pesar los siguientes órganos y expresarlos en mg X 100 g- peso corporal para poder comparar.
1º gónadas (ovarios y testículos)
2º Caracteres sexuales accesorios , útero , vagina, vesículas seminales , pene etc.

(#) Si no se hubieran podido juntar las hipófisis de rata puede obtener glándulas de otros animales (oveja, vacuno ,cerdo), estos se obtienen en las carnicerías del matadero y se las conoce con el nombre de " pajaros".
El homogenizado puede prepararse al igual como el de rata pero puede hacerlo con una hipófisis de vacuno macerada en 5 ml de suero; de esta suspensión inyecte 0.2 ml diariamente.

Se complementa el siguiente cuadro y se grafican los resultados obtenidos.

Machos	Peso corporal	Peso órganos.			Peso órganos en mg X 100 g-p corporal		
		testículo	ves. seminal	pene	testículo	ves. seminal	pene
Normal+ S.F.							
Extracto Normal-adeno-hipófisis.							
Normal + testostero-na							

Hembras.	Peso corporal	Peso órganos			Peso órganos en mg X 100 g-p corporal		
		ovario	útero	vagina	ovario	útero	vagina
Normal+ S.F.							
Extracto Normal+adeno-hipófisis.							
Normal+estradiol.							

Expresado los resultados en un gráfico se interpreta la importancia que tiene la adenohipófisis en la actividad funcional de la gónada (carácter sexual primario) e indirectamente sobre la mantención de los caracteres sexuales secundarios y accesorios.

Actividad 8.2. Estudiando el papel que las hormonas adenohipófisis y esteroidales tienen en la mantención de los caracteres sexuales primarios (gónadas) y los secundarios (vías de eliminación de los gametos)

Para lograr esto se orienta a los alumnos en la búsqueda de información planteando previamente como podría lograrse un conocimiento sobre los mecanismos que influyen en la maduración , ciclo sexual femenino, pubertad en la especie humana. Lecturas de trabajos especializados podrán ponerse al alcance de los alumnos para ser analizados en clase.

Actividad 8.3. Observando la acción de hormona tiroídea (tiroxina) sobre la diferenciación y crecimiento de las larvas de anfibio.

Materiales y animales;

8 larvas de anfibio (ojalá en una etapa en la cual ya empiecen a aparecer las extremidades posteriores; de este modo se consigue un efecto más rápido.)
2 cubetas con agua corriente.
Extracto tiroídeo 100 mg diarios X 20 días (total 2000 mg=2 g ó en su defecto triyodo tironina, " Proloid")
Hígado macerado como alimento.

1º Se colocan las larvas en las cubetas (2 grupos de a 4 animales)

2º Se rotulan las cubetas A-B . A una de las cubetas agréguele diariamente el extracto tiroídeo.

3º Diariamente es necesario cambiar la mitad del agua de la cubeta y reemplazarla por agua limpia, después de haber realizado ésto, se introduce el extracto tiroídeo y una cantidad de hígado macerado. Los restos de este material hay que eliminarlo al día siguiente con lo que evitará las descomposiciones ulteriores.

4º En el transcurso del tiempo antes señalado se irán viendo cambios muy significativos en cuanto a la diferenciación y crecimiento de las larvas tratadas con respecto a los controles.

Actividad 8.3 b. Estudiando la acción de la testosterona sobre las características sexuales accesorios, barbilla, cresta , comportamiento del pollo impúber.

Materiales y animales:

4 pollos machos impúberes.
Papel diamante.
Testosterona 2.5 mg inyectados subcutáneamente todos los días por 15 días (Total 75 mg de Testosterona)
Aceite de comer.
2 jeringas de 1 ml.
2 agujas Lüer Nº 26.

Procedimiento:

1º Se marcan los pollos atando un alambre a la pata (los que se inyectan se les coloca la marca, los controles se dejan sin marcar).

2º Se inyectan los pollos marcados con 2.5 mg de hormona por 15 días. Los sin marca se inyectan con aceite y se usan como controles (#).

3º El día que empieza el experimento se dibuja la cresta de los pollos en el papel diamante, recorte el papel y péselo . Se deberá guardar este dato hasta finalizar el experimento.

4º Después de 15 días se procede de igual forma.

5º Se comparan los resultados , se expresa en un gráfico y se lleva a los alumnos a dar cuenta del comportamiento de los pollos tratados con respecto a los controles.

Implicancias Metodológicas De La Situación De Aprendizaje 8.

Después que los alumnos hayan realizado sus actividades, serán invitados por el profesor a establecer una conceptualización de lo que es hormona.

Con lecturas dirigidas ellos pueden informarse sobre el control que el hipotálamo ejerce en la producción de hormonas hipofisarias. Como ejemplo: Cambios de color de la piel del sapo colocados en ambiente oscuro e iluminado; presencia de estro permanente en ratas hembras ubicadas en un ambiente con iluminación constante; ovulación de la rana como consecuencia del abrazo sexual por el macho; falta de desarrollo de las gónadas en patos a los cuales se les han extirpado los ojos; graves alteraciones endocrinas por tumores hipotálámicos; aparición de diabetes insípida producida por degeneración de núcleos hipotalámicos.

A través de lecturas ellos podrán apreciar los mecanismos de control en la producción de hormonas (feed back o servo mecanismo),como por ejemplo; inyecciones de grandes cantidades de cortisona frenan la secreción de hormona adrenocorticotrófica (ACTH); grandes cantidades de tiroxina inhiben la producción de Tirotrofina. El caso

---

(#) La inyección se hace utilizando una jeringa de 1 ml con una aguja (Lüer Nº 26) y por vía subcutánea , bajo la piel de la pechuga.

inverso; cuando se castran machos o hembras y se dósifica la cantidad de gonodotrofina circulante esta está exageradamente aumentada debido a que al extirpar la gónada (fuente productora de hormonas sexuales) no existe el freno para la secreción de gonodotrofinas por parte de la hipófisis.

En el caso de las auxinas, es conveniente que los alumnos aprecien las semejanzas y diferencias con las hormonas animales . Por ejemplo: Las auxinas son producidas por células vegetales que morfológicamente no pueden distinguirse de las demás células de tejido, que n cambio, en los organismos animales ellas son producidas en órganos glandulares morfológicamente diferenciados.

En el caso de las hormonas vegetales no se sabe si existe o no un mecanismo de feed-back como es el caso de los animales , aunque es muy posible que también ocurra este tipo de autoregulación.

Sin embargo, tales agentes químicos son considerados hormonas porque van a ejercer su acción a puntos bien distante del tejido que las produce.

BIBLIOTECA NACIONAL
10 DIC 1970
SECC. CONTROL Y CAT.

VIS.NACION DE BIBLIOTECAS
E. IMPRENTAS
- 1 DIC. 1970
DEPOSITO LEGAL

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA