

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE LA EDUCACIÓN**  
**TESIS**

**USO DE LOS LABORATORIOS EN LA ENSEÑANZA-  
APRENDIZAJE DE MODELOS BIOLÓGICOS EN ESTUDIANTES  
UNIVERSITARIOS DE LIMA METROPOLITANA**

**PRESENTADA POR:**

**CORNELIO GONZALES TORRES**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE LA EDUCACIÓN**

**LIMA – PERÚ  
2008**

## DEDICATORIA

- A : A:L:G:D:G:A:D:U:
- A : Mi Madre, por sus sabios consejos.
- A : R:S:C:M:A:T:A:M:C:S:R:
- A : Mis Hijos Bryan y Brenda, por su tolerancia y comprensión.
- A : Mis maestros, colegas y amigos.
- A : A la memoria de mi padre y hermano.

## **AGRADECIMIENTO**

A los Docentes y alumnos de la Asignatura de Biología, por su valiosa colaboración.

# ÍNDICE

	Página
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8

## CAPÍTULO I

### MARCOS DE REFERENCIA TEÓRICO, HISTÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1	MARCO HISTÓRICO	11
2.2	MARCO TEÓRICO	23
2.3	MARCO CONCEPTUAL	66

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	119
2.2	ANTECEDENTES TEÓRICOS	125
2.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	130
2.4	FINALIDAD E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	131
2.5	OBJETIVOS	132
2.6	HIPÓTESIS	133
2.7	VARIABLES	133
2.8	VARIABLES E INDICADORES	134

### CAPÍTULO III

#### DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO Y DISEÑO

3.1	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	135
3.2	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	135
3.3	DISEÑO ESPECÍFICO	136
3.4	UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	136
3.5	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, PROCESAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	139

### CAPÍTULO IV

#### PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1	ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS SOBRE EL USO DE LABORATORIOS Y EL APRENDIZAJE DE MODELOS BIOLÓGICOS	141
4.2	ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE EL USO DE LABORATORIOS	147
4.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO CORRELACIONAL DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO	163
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	168

### CAPÍTULO V

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	172
5.2	RECOMENDACIONES	174

	BIBLIOGRAFÍA	175
--	--------------	-----

	ANEXOS	179
--	--------	-----

## RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo evaluar la influencia del uso de los laboratorios en el aprendizaje de los Modelos Biológicos en una muestra de 179 estudiantes de universidades de Lima Metropolitana, que cursan el ciclo I de la carrera de Estomatología.

El método de investigación es el descriptivo ex-post-facto; y el tipo de investigación es el aplicado con nivel explicativo, mientras que el diseño empleado fue el ex-post-facto de tipo correlacional. El instrumento administrado a la muestra de estudiantes fue una Encuesta para medir el uso de los laboratorios. Asimismo, el docente empleó una Lista de Cotejo con el fin de medir los contenidos del aprendizaje de los Modelos Biológicos.

Se utilizaron los estadísticos descriptivos de frecuencias y porcentajes, tanto para el uso de los laboratorios como para el aprendizaje de los Modelos Biológicos. Además, se empleó la correlación lineal de Pearson para la contrastación de las hipótesis de estudio.

Los resultados indican que existe relación significativa entre el uso de los laboratorios y el aprendizaje de los Modelos Biológicos al nivel de  $p < 0,01$ .

*Palabras clave:* Uso de laboratorios, aprendizaje, modelos biológicos, biología, estudiantes universitarios, Estomatología.

## **ABSTRACT**

This research has as objective to evaluate the use of laboratories in relationship with the learning of Biological Models in a group of 179 students from universities of Lima Metropolitana, that course the First cycle of Stomatology.

The method of research is the one ex-post-facto descriptive; and the type is the one applied with explanatory level, and a correlational type of ex-post-facto design was employed. A Survey to measure the use of laboratories was the instrument administrated to sample. Likewise, the teacher employed a Checking List with the purpose to measure the learning contents of the Biological Models.

The statistical descriptive of frequencies and percentages, to use of laboratories and to learning of Biological Models were utilized. Besides, Pearson's lineal correlation was employed for verification of study hypothesis.

The results indicate that exist a significant relationship between the use of laboratories and the learning of Biological Models at level of  $p < 0,01$ .

*Key words:* Use of laboratories, learning, biological models, biology, university students, Stomatology.



## INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación intitulado “El Uso de los Laboratorios en el Aprendizaje de Modelos Biológicos”, es producto de las múltiples preocupaciones que tienen los docentes de la especialidad de Biología, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en forma experimental; frente a esta inquietud existe una serie de limitaciones referidas, por ejemplo, al uso de los métodos didácticos activos, material audiovisual. La falta de apoyo del ente responsable del área académica en las diferentes instituciones en estudio provoca carencia de materiales y equipos de laboratorio, por desconocimiento del uso y manejo de los mismos, falta de capacitación en contenidos de la asignatura, falta de manejo del proceso de evaluación de aprendizaje que no facilita que la enseñanza-aprendizaje sea eficaz.

La propuesta de la investigación es encarar estos problemas metodológicamente para que nos permita mejorar la presentación de modelos científicos en la enseñanza de Biología, como sustento teórico de la investigación. Se han revisado los antecedentes históricos de la Biología y del método experimental que da origen a la necesidad de laboratorios como centros experimentales.

Los centros académicos en estudio han tratado de alcanzar un nivel óptimo, pero han sucumbido en sus aspiraciones al dejar de implementar los laboratorios con equipos, materiales, reactivos e infraestructura, debido a una falta de planificación y visión de los funcionarios o representantes de las universidades; por lo que, actualmente, no se favorece el trabajo experimental que las ciencias naturales demandan, especialmente la Biología, que es la ciencia líder y la más revolucionaria del siglo XX.

La teoría me ha permitido elaborar modelos objetivos de la investigación, pero es en los Laboratorios de Biología donde se recoge la información básica para estructurar dichos modelos, proceso de construcción del conocimiento óptimo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, toda vez que los Laboratorios en las instituciones académicas son centros experimentales donde el alumno de ciencias pone en práctica sus habilidades, destrezas, nivel crítico y su creatividad con el propósito de contrastar los niveles teóricos adquiridos y la realidad factual concreta.

La didáctica educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje recoge el aporte del método científico, utilizando las aulas de teoría para brindarle al alumno los enunciados, los argumentos y fundamentos teóricos del conocimiento científico y es en el aula-laboratorio donde se contrastarán dichos enunciados, hipótesis, teorías, etc., con la realidad fáctica que pruebe su consistencia.

El laboratorio permite a cada estudiante hacer fructificar sus talentos y sus capacidades creativas, lo que implica que cada uno pueda responsabilizarse de sí mismo y realizar proyectos experimentales diversos que les ayuden a descifrar sus curiosidades científicas y elaborar modelos.

Los laboratorios contribuyen directamente en el mejoramiento de la calidad de los modelos científicos para la enseñanza-aprendizaje, centrándose básicamente en alcanzar al personal docente, técnicas, métodos y modelos didácticos que lo mantengan en la vanguardia de la docencia.

El estudio se realizó observando, administrando encuestas y analizando sobre la calidad en la infraestructura de los laboratorios y el nivel académico. Se aplicó una investigación descriptiva de los laboratorios de Biología en cuatro universidades: Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Universidad Federico Villarreal, Universidad Nacional Mayor de San Marcos y la Universidad Alas Peruanas, lo cual permitió analizar las condiciones reales, y sobre estos hechos realizar los planteamientos que permitan analizar y mejorar la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje de los modelos biológicos que se proponen en la investigación. Asimismo, se tomó muestras de alumnos para medir el nivel de calidad del aprendizaje de los Modelos Biológicos alcanzado en cada Centro Académico y su relación con el uso de los Laboratorios.

El trabajo de investigación está estructurado del siguiente modo:

En el capítulo I se aborda el Marco de Referencia Teórico, Histórico y Conceptual.

En el capítulo II se ha desarrollado el Planteamiento del Problema, con los Antecedentes Teóricos, la Finalidad e Importancia de la Investigación, así como los Objetivos, Hipótesis y Variables del estudio.

Pasando al capítulo III, se describe el Método y Diseño de la investigación, el Universo y la Muestra, y las Técnicas de Investigación, Procesamiento y Recolección de Información.

En el cuarto capítulo se hace la presentación de los Resultados, el Análisis Relacional y la Discusión de los Resultados.

En el quinto y último capítulo, se enumeran las Conclusiones y las Recomendaciones sobre el estudio.

Finalmente, se incluye la Bibliografía con la relación de las fuentes de información utilizadas en este trabajo; y luego, en el apartado de Anexos, se agregan los instrumentos empleados en la investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCOS DE REFERENCIA TEÓRICO, HISTÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **2.4 MARCO HISTÓRICO**

#### **2.4.1 Evolución Histórica de la Biología y el Método Experimental**

Podemos afirmar que la Biología es la ciencia que estudia a los seres vivos y se relaciona con ellos en todas sus manifestaciones. Desde la más remota antigüedad, el hombre se ha preocupado por subsistir sobre todo. De ahí su afán por conseguir alimentos y curarse de las enfermedades, aspectos vitales ambos considerados como aspectos de las ciencias biológicas. Según ello, podemos afirmar que la evolución de estas ciencias coincide con la historia del progreso de la humanidad.

Los primeros pasos en la provisión de alimentos los da el hombre primitivo que sólo se guía por la observación de los fenómenos y productos a su alcance. Elige los frutos, caracoles y pequeños animales que le brinda la naturaleza, los ingiere y observa los resultados. Repetirá esta operación siempre que el resultado sea positivo. Su dependencia del medio era absoluta.

Otra conquista muy importante se produce en su medio cuando la observación se acompaña de la experimentación y le da las posibilidades de mejor alimentación permitiéndole subsistir. El hombre conoce el fuego y aprende a cazar animales de gran tamaño mediante el empleo de trampas.

Los estudios arqueológicos nos demuestran que en las culturas antiguas como China y la India el ser humano ya obtenía provecho de los animales domesticados y de las plantas cultivadas.

El nacimiento de la Biología va asociado a la antigua Grecia, que enseñó a todo el mundo occidental a deducir las leyes del pensamiento, nacidos de la abstracción. Entre las aportaciones griegas a la Biología debo mencionar a Hipócrates (460 – 376 a.C.), médico famoso, considerado como el padre de la medicina, profundo observador de las plantas que utilizaría con fines terapéuticos y asocia la ética con la profesión.

Es Aristóteles (340 – 322 a.C.), considerado como Padre de la Biología en Grecia. Dedicó su atención al estudio de los animales. Llegó a estructurar las investigaciones biológicas al punto de tener vigencia durante muchos siglos. Utiliza la observación para edificar las ciencias clásicas sustentándose en ellas, postula la teoría de la generación espontánea la cual afirma que la vida surge de la materia inanimada, uno de sus discípulos llamado Teofrasto (372 – 287 a.C.) aprendió las técnicas de observación, análisis y clasificación que su maestro hiciera en zoología para aplicarla a la Botánica, rama de la Biología a la que Aristóteles prestó poca atención.

El período helenístico de Alejandro Magno y el del Imperio Romano hicieron posible contactar con otras culturas con la mutua influencia correspondiente. Así se conoce otros cultivos y ganaderías, en todo este gran aporte influyen considerablemente la Escuela de Alejandría y de Galeno (130 – 200 d.C.).

La Escuela de Alejandría, ubicada en Egipto, irradió el saber científico gracias al impulso de Ptolomeo, Galeno, conocedor de las doctrinas de Aristóteles, practicó la disección de animales para conocer en profundidad su anatomía y transferirla luego al estudio del cuerpo humano. Influyó notablemente en la especulación científica medieval, fue el primero en emplear el método científico experimental en sus estudios.

En la Edad Media no hubo adelanto para la investigación biológica. En efecto, se dejó la observación de la naturaleza y la experimentación correspondiente para dar paso a un saber libresco. Se limitaron a copiar los escritos y dibujos dejados por los griegos y romanos debidos más que todo de predominio de la filosofía escolástica y, de otra parte, las continuas guerras provocaron grandes períodos de hambre y un retroceso de los conocimientos que se habían adquirido en siglos anteriores.

La transmisión de los conocimientos biológicos de Europa Occidental, se realizó por las traducciones de los tratados griegos al árabe y la expansión de este pueblo. Después fueron enriquecidos sobre todo en Botánica, por los sabios islámicos que los conservaron, aumentaron y transmitieron dejando un legado importante a la cultura occidental.

Con el método científico (siglo XVII) llega la ciencia moderna. Los pioneros no están inscritos dentro de los estudios biológicos; Bacon (inglés), Descartes (francés), Galileo (italiano), extraños de la Biología, son los pioneros de esta nueva concepción. Sin embargo, se debe mencionar las magníficas observaciones de Anton Van Leeuwenhoek, Robert Hooke y otros que, utilizando microscopios rudimentarios, lograron abrir un nuevo capítulo de la biología al descubrir la existencia del micromundo.

Fue el inglés Robert Hooke, contemporáneo de Leeuwenhoek, quien observó la estructura microscópica del corcho, descubriendo que las celdillas o células se encontraban constituyendo tejidos vegetales y animales. Así mismo, realizó estudios sobre mohos, musgos, ojos compuestos de los insectos, estructura de las plumas de las aves. El descubrimiento de la célula supuso un gran avance en los conocimientos de la Biología. El médico inglés Nehemiah Grew (1641 – 1712) estudió la estructura de las plantas.

Las especies animales y vegetales que se conocieron como consecuencia de los descubrimientos geográficos atrajeron el interés de los hombres de ciencia europeos. Se llevaron en consecuencia, fósiles, pieles y otros restos que fueron a parar a coleccionistas particulares. Surgió en seguida la idea de crear verdaderos museos con el material aportado. Pero, además, se procuró disecar los animales recién muertos y preparar las plantas adecuadamente mediante diversas técnicas que impidiesen la putrefacción. Con todo, se crearon excelentes Museos frecuentados por especialistas y profanos.

El Museo resultaba un tanto frío y poco motivador. Por ello, se procuró la creación de los Parques Zoológicos donde pudieran ser contemplados y estudiados animales de una diversa procedencia. Del mismo modo se fomentó la instalación de Jardines Botánicos con multitud de especies foráneas adaptadas a los medios donde se ubicaban. Museos, Parques Zoológicos y Jardines Botánicos ayudaron a enriquecer los conocimientos biológicos que se tenían.

Las Sociedades Científicas se comenzaron a crear a fines del siglo XVII con el fin de poner en contacto a los diversos científicos y facilitar los intercambios de ideas y de sus descubrimientos. Con ello se ensanchó el campo de la Biología. Este movimiento se inició en Italia pero adquirió su mayor esplendor en Francia y Gran Bretaña.

Asimismo, se deben resaltar las experiencias de Francisco Redi (Siglo XVII) que con una simple e ingeniosa experimentación empleando frascos, gasas, carnes, y observando la acción de las moscas, rechazó la gran Teoría Aristotélica de la generación espontánea.

Sin embargo, no tuvo el éxito esperado. Un siglo después Spallanzani, refinando las técnicas y los métodos, llegó a la misma conclusión, y, aunque tampoco alcanzó notoriedad, sembró la duda. Fue Louis Pasteur (1822 – 1895) quien descubrió las bacterias anaeróbicas de la fermentación, rebatiendo con fortuna la teoría sobre la generación espontánea de los microorganismos, y estudió las relaciones que pudieron haber entre éstos y las enfermedades; su gran talento en las prácticas de laboratorio le permitió enunciar el postulado “todo lo vivo procede de lo vivo”.

Pero la ciencia moderna alcanza a la Biología recién en el siglo XVIII, el mismo que se caracteriza por un afán prospectivo e innovador en todas las ciencias. Este cienticismo afecta muy particularmente a la biología que logra con ello el impulso decisivo en Karl Von Linneo (1707 – 1778) quien da un carácter científico a la ordenación de los seres vivos al agruparlos según sus caracteres y semejanzas fijando un sistema lógico de clasificación biológica (taxonomía).

La primera mitad del siglo XIX no se niega a interpretar el bagaje acumulado de observaciones microscópicas y se define la unidad de la vida. Cuando Matias Schleiden y Theodor Schwann (1839) enuncian que todos los vegetales y animales están constituidos por células; luego Rudolf Virchow (1860) resume la teoría celular con el aforismo “Toda célula proviene de otra célula”. Es entonces que ya las observaciones alcanzan al micromundo.



El siglo XIX es un período altamente productivo para el conocimiento biológico, nace la teoría de la evolución propuesta por Charles Darwin (1869) y Alfred Wallace, trabajo de máxima refinación de observación científica recogidas en todas partes del mundo, alcanzando la observación la cúspide del método científico para después dejar a la experimentación como recurso metodológico más eficiente uno de los primeros en la experimentación fue el Monje Austriaco Gregor Mendel (1886) quien después de hacer estudios de segregación de caracteres en guisantes en los jardines del Monasterio, enuncia las leyes de la genética, paradigma adelantado cuyos efectos solo pudieron ser percibidos 36 años después por los investigadores Correns, De Vries y Tschermak, independientemente.

Sin embargo, los trabajos experimentales de Mendel no se realizan en un laboratorio; es Claude Bernard, fundador de la fisiología moderna quien, poniendo los estudios anatómicos y los órganos al servicio de la fisiología, implementa por primera vez los laboratorios biológicos donde el método científico es el fundamental. En este período surge la gran inquietud por conocer cuál es el origen de la transmisión de los caracteres, siendo descubiertos los ácidos nucleicos por Federico Meischer (1869), Walter Fleming (1879) descubre la cromatina por medio de técnicas de tinción, impulsando a la Biología a investigar detenidamente el núcleo celular.

El siglo XX la biología adquiere enorme importancia por la aplicación del método científico experimental, el perfeccionamiento del microscopio de luz que le permite observar estructuras microscópicas con el límite máximo de  $1 \text{ A}^\circ$ , el invento del microscopio electrónico que permite observar estructuras hasta el límite de un nanómetro, y la colaboración de ciencias como la Química, la Física, la Matemática, la Geología, la Bioquímica, etc.

Todo esto permite el despegue de la Biología en áreas inspiradas en la inquietud del saber, se había logrado ubicar la puesta de entrada

al núcleo celular y recorrer con seguridad cada peldaño de la escalera de la vida (ADN) y caminar en los espacios oscuros de cada locus, en 1902 W. S. Sutton determina que los cromosomas controlan la herencia de los caracteres físicos, Tomás Morgan (1903) manipula indefensas moscas (*Drosophila melanogaster*) en experimentos de genética, en 1915 Félix D'Hérelle descubre el bacteriófago que después será de gran importancia en la determinación del ADN como molécula responsable de la transmisión hereditaria, en 1941 George Beadle empieza los experimentos con *Neurospora* y funda así la genética química. Erwin Chargaff demuestra que existe varios nucleósidos en los ácidos nucleicos, en proporciones desiguales, pero las concentraciones de Adenina y Timina son iguales a los de Guanina y Citosina.

El laboratorio cobra interés pleno en los trabajos de biología; por un lado Rosalind Franklin bombardea con rayos X cristales de ADN, James Watson y Francis Crick proponen la teoría de la doble hélice (1953) para explicar la duplicación del Ácido Nucleico, recibiendo por tan magnífico trabajo el premio Nobel en 1962, debo observar aquí que los geniales trabajos de Watson y Crick no emplearon en absoluto el trabajo experimental en el laboratorio, en esos años 1961 Francois Jacob y Jacques Monod determinaban el mecanismo de regulación génica reconociendo las enzimas inducibles y las represibles, en el mismo año M. Nirenberg, M. Matthaei y Marshall determinaba algo tan grande como que tipo de aminoácido debía incorporarse a una proteína en el sistema de síntesis de proteínas purificadas, realizando con ello el descubrimiento del Código Genético que le permitiría ganar el Premio Nobel, los avances en este siglo son inimaginables, incalculables e impredecibles todo puede pasar si está basado en hombros de gigantes y sigue las huellas del método científico, el trabajo experimental ha pasado de indefensas moscas, bacterias y hamster a la manipulación del material hereditario humano, Severino Antinori (italiano) (1994), anunció que una mujer postmenopáusica de 63 años había sido

fertilizada y que el embarazo era perfecto, en Enero del 2001 lo más asombroso fue el anuncio del nacimiento del primer bebé clonado llamado Eva, caso que como hombre de ciencia debemos observar debido a que fue anunciada por una secta sin ningún carácter científico, las investigaciones continúan motivando al científico a requerir del apoyo de la tecnología de punta.

Todos estos conocimientos se logran con el uso perfecto y armonioso de los métodos, técnicas y modelos empleados en el laboratorio con lo cual se coloca a la Biología en la cúspide de las ciencias experimentales que buscan descifrar en el laboratorio los secretos recónditos de la naturaleza, modificando la estructura del ADN y clonando en el laboratorio el material genético de seres existentes como de restos fósiles.

#### **2.4.2 Análisis de algunas Instituciones Académicas**

Las instituciones académicas que son el centro de estudio en mi investigación son fundados en años diferentes pero en el mismo siglo XX (Villarreal, Garcilaso, San Martín entre los años 60 – 70) (Alas Peruanas, 1990), siglo del conocimiento de las grandes revoluciones científicas en las CC.NN. hecho que genera presión en los centros académicos para aperturar nuevas facultades, lo que les ha generado problemas diversos tanto académicos, de proyección social, de infraestructura, problemas que están latentes a la fecha..

El crecimiento de los centros académicos particulares Garcilaso y Alas Peruanas es irracional no presentan un Plan de Desarrollo a largo plazo y para el funcionamiento de los centros experimentales de Biología se improvisa ambientes en algunos casos infraestructura que servían de oficinas y en otros como aulas lo que genera el desconcierto científico del alumno y docente al no contar con las condiciones óptimas conduciendo a la improvisación y en muchos casos se llega a teorizar la asignatura hasta un 85% del contenido.

La Universidad Federico Villarreal presenta una infraestructura antigua en sus laboratorios, sus equipos y materiales no han sido renovados durante la última década, lo cual le genera un gran problema frente al número elevado de alumnos por ambiente, al no contar con la distribución adecuada de las mesas y por la cantidad deficiente de equipos básicos y ausencia de equipos sofisticados.

La universidad San Martín a diferencia de las otras universidades, ha iniciado una acelerada renovación de su casa de estudio, comprendiendo también dentro de este plan la infraestructura de los laboratorios, se observa que en el presupuesto no se ha designado una partida especial para equipos de última generación (microscopio con cámara de video, ultra centrífuga, potenciómetros, espectrofotómetros, estufas, etc.).

Estos hechos perjudican el proceso de enseñanza aprendizaje en ciencias biológicas, de igual forma paralizan y en algunos casos inhiben el trabajo de proyección social que se debe cumplir en el laboratorio. (1)

#### **2.4.3 Difusión del método científico en el Perú**

En el Perú no era posible dar un salto brusco del escolasticismo, a la filosofía francesa del siglo XVIII; pretenderlo, hubiera sido gran imprudencia, que habría motivado irreparable fracaso.

Para comenzar la reacción, eligió Unánue como autores favoritos a Newton y a Descartes; varias razones determinaron esta elección. Descartes, es indudable que representa una reacción contra la Escolástica, y que su sistema de duda metódica echa por tierra el viejo principio de autoridad. Pero por más esfuerzos que hizo por independizarse del aristotelismo y de la filosofía cristiana, para construir un nuevo sistema prescindiendo de la tradición, de las

---

(1) Tesis: **Los Laboratorios de Operaciones y Procesos Unitarios y el Rendimiento Académico**". Ing. Químico Francisco Albarracín Herrera. Lima - Perú, 1998.

entidades substanciales y las causas ocultas, no pudo prescindir de prejuicios teológicos y creencias tradicionales, que habían arraigado en su alma por influencia de la herencia y de la educación.

Las mismas razones que determinaron en Unánue su predilección por el cartesianismo, influyeron también a favor de las doctrinas newtonianas. Sin intimidarse por el ruidoso fracaso que había sufrido Baquíjano en la Universidad, publicó un resumen de toda la física de Newton. En 1788, defendió en San Marcos, en acto público, muchas conclusiones de este filósofo, aceptando todos sus cálculos astronómicos, y declarándose partidario del sistema del mundo de Copérnico, porque estaba de acuerdo con la ley de atracción universal desde entonces no cesó de impugnar las viejas direcciones de la enseñanza superior, y de propagar la cultura científica.

Cuando Hipólito Unánue emprendió sus estudios de Historia Natural, ya Linneo había creado el método científico para el estudio de la Zoología y la Botánica. El conocimiento de las plantas y animales había alcanzado notables progresos con la ayuda de las clasificaciones científicas. Antonio Jussieu había completado la obra del naturalista sueco, estableciendo la graduación natural desde la planta hasta el hombre.

Unánue aprovecha estos métodos; ensaya la clasificación científica, aplicándola a las plantas del Perú, agrupándolas en órdenes, clases o familias, que subdivide en géneros, especies e individuos. Después, estudia las relaciones, más o menos estrechas que tienen las plantas con las necesidades humanas, dando preferente atención a las de mero adorno. Señala las condiciones que debe tener el terreno para hacer con éxito los sembríos; indica los cuidados durante el crecimiento de las plantas, y los medios de cosechar. Exponía un conjunto de enseñanzas científicas, generalizando conocimientos muy útiles en esa época, en que la agricultura vivía de empirismo y rutina.

El trabajo de Unánue representa un gran esfuerzo de observación y de análisis. Por los nuevos métodos que emplea en sus investigaciones merece considerarse como el más notable maestro peruano de Historia Natural en la Colonia.

Como profesor de Anatomía de la Universidad, se distinguió por el carácter práctico, experimental, que supo dar a la enseñanza.

Por real cédula de 1753 se había mandado fundar, en el hospital de San Andrés, el Anfiteatro Anatómico, para que se instruyeran cirujanos y médicos de la ciudad de Lima. La resolución quedó sin efecto hasta 1790, en que el virrey Croix, cediendo a exigencias de Unánue, proveyó los medios necesarios para darle cumplimiento.

El 21 de noviembre de 1792 se inauguró solemnemente el Anfiteatro. Durante la ceremonia, Unánue, como catedrático de Anatomía, pronunció un discurso bien interesante por los conceptos que emite. Considera que el cultivo de las ciencias naturales es la primera necesidad intelectual en el Perú; esta opinión era muy cierta, porque sólo la cultura científica podía servir de correctivo a la metafísica teológica, y al ergotismo inútil e insustancial.

Los deseos de Unánue se vieron favorecidos con la protección que dispensó el virrey Gil a las ciencias, y con la importancia que merced a esos esfuerzos adquirieron los estudios de Mecánica, Geometría, Agricultura Química y Física.

El Doctor Juan Avendaño empleó sus energías en sacar a la Facultad de Medicina del estado de humillación en que se encontraba. Continuando esta labor Hipólito Unánue realizó reformas de importancia. Estableció conferencias semanales de Clínica, Medicina y Cirugía, para ilustración y práctica de los estudiantes; quería dar al estudio carácter experimental. Dispuso que, cuando la conferencia fuera de cirugía, el catedrático debía

operar sobre un cadáver, en presencia de sus alumnos, explicando prácticamente el caso; debía contestar las objeciones formuladas por los asistentes, “excepto cuando éstas consistieran en sutilezas, o tuvieran carácter metafísico, en cuyo caso debían dejarse sin respuesta, y pasar a otro asistente la facultad de objetar”.

Uno de los trabajos más notables de Unánue, donde mejor se revelan sus facultades de observación y de análisis, es el que lleva como título Observaciones sobre el clima de Lima..

Está dedicado a Gabriel Moreno, catedrático de Prima de Matemáticas de San Marcos. El autor abandonando toda autoridad tradicional, declara que se ha esforzado en emplear el nuevo método de observación personal. Divide el estudio en cinco secciones: la primera, comprende la descripción del clima y el estudio de todas sus alternativas; la segunda, es una exposición de las influencias del clima en el reino vegetal, en los animales y en el hombre; en la tercera, indica las varias enfermedades que el clima ocasiona y las medidas preventivas para evitarlas; en la sección cuarta, estudia los métodos curativos; en la última, recorre el año médico de 1799 para comprobar con hechos sus muchas conclusiones.

Las observaciones sobre el clima de Lima le valieron el aplauso de algunos sabios europeos, como Haencke, Northenflicht, Humbolt, Ruíz y Pabón; y en los comienzos del siglo XIX Unánue figuraba en la lista de socios de algunas sociedades científicas de Filadelfia, Baviera, Nueva York y Madrid.

La Disertación sobre el cultivo, comercio y virtudes de la coca, dedicada al Conde de la Unión, es notable por las abundantes noticias que revela acerca de la producción, consumo y valor de este artículo en el Perú.

Muy superior en méritos, a esta composición, es la Descripción científica de las plantas del Perú. El esfuerzo que este trabajo representa se apreciará mejor, si se tiene en consideración el abandono en que estaban los estudios de historia natural.<sup>(2)</sup>

#### **2.1.4 La investigación en la universidad Inca Garcilaso de la Vega**

La Universidad Inca Garcilaso de la Vega, con el más grande deseo de lograr el acreditamiento en el total de sus docentes preparó Seminarios Científicos permanentes, seleccionando a sus docentes por grupos e impartiendo técnicas de calidad, con expositores de amplia experiencia, una observación consistía en que los temas eran de índole general y no se detalló en las especialidades, por ejemplo, no se trabajó el método científico experimental no se evaluó las condiciones de la actual infraestructura de los laboratorios y el nivel académico de los docentes del área, no se desarrollo proyecto de producción, fueron 8 seminarios los que se desarrollaron durante 8 ciclos consecutivos a cargo de una Comisión de Autoevaluación y Acreditamiento.

Por otro lado, se han desarrollado Seminarios internacionales en los cuales se ha tratado el tema de la investigación experimental y la importancia de los laboratorios en la relación Teórico-Práctica.

## **2.5 MARCO TEÓRICO**

Para brindar una adecuada sustentación de mi trabajo de investigación es fundamental definir con precisión el objeto de estudio y sus características.

### **2.5.1 La Ciencia**

Definir ciencia no es fácil y si revisamos las definiciones de los diccionarios más accesibles estas no funcionan, revisemos la opinión de algunos filósofos la opinión de algunos filósofos y

---

(<sup>2</sup>) Boletín Bibliográfico de San Marcos. Edit. San Marcos. Diciembre de 1944, pag. 172.

MARROQUIN ROLDAN, Aurora. **Historia de la Educación Peruana**. Edit. San Marcos 2002, pag. 300 (<sup>3</sup>) BUNGE, Mario.



científicos sobre el tema. Ackoff dice en su libro *Scientific Method optimizing applied research decisions*, Wiley, Nueva York, 1962. “La extensa literatura que ha tratado de definir o concretizar a la Ciencia, está llena de puntos de vista inconsistentes y demuestra que una definición adecuada no puede obtenerse fácilmente. Parte de la dificultad se tiene del hecho que el significado de Ciencia no es fijo sino dinámico. La Ciencia está en desarrollo, igual su significado; toma nuevas acepciones y significados según las épocas”.

Este sencillo párrafo señala que la principal dificultad para definir ciencia, estriba en el hecho de ser algo dinámico, en constante evolución, de manera que las definiciones sólo han sido temporales y lo mismo sucederá con cualquiera otra que demos, ya sea ahora o dentro de algunos años, con el tiempo se volverá obsoleta. Pero aún así es interesante conocer los significados que la palabra ciencia tiene para diferentes personas.

Ahora daremos las definiciones de ciencia que se adoptarán en alguna medida en el sustento de la investigación.

Rosenblueth, en su libro “El Método Científico” Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. México, 1971, dice: “Podemos admitir que la ciencia es el conocimiento ordenado de los fenómenos naturales y de sus relaciones mutuas”.

En esta definición se recalca que no es sólo la descripción ordenada de un fenómeno, sino la búsqueda (y encuentro) de las relaciones de las cuales depende, de qué lo afecta y qué no lo afecta.

Existe otra definición de ciencia muy aceptable de Brandwein, Stollberg y Burnett, en su libro de Biología: “La vida, sus formas y sus cambios”, Pub. Cultural, México, 1976; donde dice:

Ciencia es la exploración de los objetos y fenómenos del Universo material, para desarrollar explicaciones ordenadas (conceptos) de estos objetos y fenómenos; además, las explicaciones deben ser comprobadas, por otro lado, según Mario Bunge, la “Ciencia es un conjunto de conocimientos sistemáticos, comprobables, verificables y por lo tanto falibles”<sup>(3)</sup>; pero la ciencia no es cualquier conjunto de conocimientos, sino, son conocimientos científicos.

Por lo tanto, es necesario deslindar los conceptos siguientes: conocimiento científico, hipótesis, ley y teoría, los mismos que se encuentran desarrollados en “El método científico aplicado a las ciencias experimentales”.

**Conocimiento Científico**, “El conocimiento científico es preciso, usa lenguaje especializado, se obtiene después de hacer un análisis disciplinado y ordenado de los fenómenos naturales y debe estar sujeto a comprobación”.<sup>(4)</sup>

Así por ejemplo: la molécula estructural del ADN tiene forma helicoidal, es la responsable de la herencia. Este enunciado tiene palabras como molécula, ADN, helicoidal, herencia, las cuales tienen significado preciso en un libro de Biología; y para su verificación se requiere equipos, materiales y seres vivos.

**Las hipótesis**, “son un paso fundamental en ciertos trabajos de investigación. Son las diferentes posibles explicaciones del fenómeno estudiado y que estarán sujetas a comprobación, para establecer cuál de ellas es la correcta.. Los diferentes conceptos que se han formulado como hipótesis para explicar el fenómeno en estudio, tienen que ser analizados y probados experimentalmente”.<sup>(5)</sup>

---

<sup>(3)</sup> BUNGE, Mario.

<sup>(4)</sup> YUREN CAMARENA, María Teresa. Edit. Trillas, México, 1994, pag. 13.

<sup>(5)</sup> GONZÁLES-FIGUEROA. **Biología**. Edit. Crisol, Lima – Perú, 1998, pag. 2-4.

**Ley**, es un concepto teórico comprobado fehacientemente mediante la comparación.

Todas las hipótesis, teorías y leyes, deben sufrir periódicas comprobaciones, especialmente cuando aparecen hechos de reciente descubrimiento que no están en armonía con aquélla. “La ley (científica) es una expresión que afirma, en forma cualitativa o de preferencia cuantitativa, relaciones funcionales entre dos o más variables”.<sup>(6)</sup>

Para encontrar la causa de algún fenómeno que es la meta del conocimiento científico, la experimentación sigue tres caminos de acción denominados:

- a) Método de la concordancia.
- b) Método de la diferencia.
- c) Método de la variación proporcional.

**a) Método de la Concordancia.-** Consiste en observar el fenómeno en diversas circunstancias y determinar que hecho está presente en todos los casos. Trata de buscar un factor común. Lo difícil en este método es certificar que el factor que se establece es el único común de todos los casos.

El descubrimiento de que todos los pacientes que sufren de escorbuto tienen una alimentación con ausencia de frutas y vegetales frescos, no prueba que esta deficiencia sea la causa de la enfermedad, ya que pueden existir muchos otros factores, siendo difícil poder verificar que constituye en realidad el único factor común.

---

<sup>(6)</sup> RIVEROS G., Héctor. **El Método Científico aplicado a las Ciencias Experimentales.**  
Edit. Trillas, México, 1994, pag. 11.

- b) Método de la Diferencia.-** Si dos conjuntos de hechos difieren en un solo factor, y el que contiene el factor produce un resultado y el otro no, puede considerarse que dicho factor es la causa del fenómeno.
- c) Método de la Variación Proporcional.-** Si aumentamos o disminuimos cantidades de un factor determinado, y se observa que paralelamente hay aumento o disminución en el efecto producido, entonces ese factor que estuvo sujeto a variación puede ser la causa del fenómeno.

Al definir que la Ley es una relación constante entre distintos hechos, definiré que es un hecho y que es una relación constante:

**Hecho**, es todo aquello que se sabe o se supone, con algún fundamento, que pertenece a la realidad así por ejemplo: la caída de un cuerpo, la digestión de los alimentos, la división celular, la ebullición de agua, por eso se llama hecho a cualquier acontecimiento, es decir, a lo que se produce en el espacio y en el tiempo.

A los hechos también se les llama fenómenos, lo cual significa que se presentan ante un sujeto que los percibe o los capta por medio de sus sentidos. Es decir, un temblor es un fenómeno cuando es captado por una persona a través de sus sentidos.

En conclusión todo aquello que forma parte de la realidad es un hecho y en el momento que este hecho es conocido por alguien, se llama fenómeno. En cambio no son hechos los conceptos, los razonamientos, las fórmulas que de ellos derivan; en fin las estructuras lógicas, como la idea de ser.

**Relación**, se entiende por relación la conexión de una cosa con otra; o bien, la acción y el efecto de referir o sugerir.

- Ejemplo:
- Yo soy hermano del hijo de mi padre.
  - El ADN alterado causa la mutación.
  - Un cromosoma delectado causa Cri du Chat.<sup>(7)</sup>

Las relaciones no son cosas que podemos señalar, no se pueden tocar o experimentar.

**Teoría**, una investigación llega a ser “ciencia” cuando en ella se han construido teorías. Los datos, los problemas, las hipótesis y las leyes sueltas no constituyen una ciencia. Se puede afirmar que las teorías son para la ciencia lo que la espina dorsal para los vertebrados, o las columnas para un edificio.

El proceso de investigación científica culmina en la elaboración de teorías; a su vez, esas teorías impulsan a emprender una nueva investigación, las teorías son importantes porque:

- a) Los datos de un problema se obtienen a la luz de teorías y con la esperanza de concebir nuevas hipótesis que pueden, en su momento, emplearse o sintetizarse en teorías.
- b) La observación y la experimentación se realizan no sólo para recoger información y producir hipótesis, sino también para someter a contrastación (comprobación) las consecuencias de la teoría, o bien para saber cuál es su dominio de validez.
- c) La función explicativa y de predicción de la ciencia se realiza en el seno de las teorías; la acción misma se basa en las teorías, esto confirma que la teoría es un elemento sin el cual no hay ciencia, la teoría es un sistema que relaciona leyes y que ofrece una explicación de las mismas. En Biología las teorías son pocas, así tenemos la teoría del origen de la vida, teoría del origen del hombre, teorías cromosómicas, teoría genética, teoría celular. Teoría de la continuidad del plasma

---

(7) YUREN CAMARENA, María Teresa. **Leyes, Teorías y Modelos**. Edit. Trillas, México, 1994, pag. 12-30.

germinal, teoría mendeliana, teorías de la herencia, teorías de la evolución de plantas y animales; teoría biogenética (Muller y Heorol).(8)

Las teorías se pueden clasificar en factuales y formales las cuales dan origen a la clasificación de las ciencias, aquellas ciencias que contienen teorías factuales reciben el nombre de ciencias factuales (cualquier ciencia que estudia hechos) y las ciencias que contienen teorías formales se llaman ciencias formales.

### Características de las Ciencias

La clasificación anterior, nos permite señalar los conceptos ordenadores, en función a los cuales las ciencias se diferencian, las mismas que las ubicamos en el siguiente cuadro:

#### Las Ciencias según los conceptos ordenadores

Conceptos Ordenadores	Ciencias Formales	Ciencias Fáticas
1. Naturaleza del objeto de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sus objetos de estudio son construcciones ideales de la mente humana.</li> <li>- Formas de pensamiento sin referencia a los hechos.</li> </ul>	- Su objeto de estudio son los hechos o fenómenos naturales y/o sociales.
2. Métodos de comprobación de sus proposiciones.	- Las estructuras lógicas y/o Matemáticas se deducen unas de otras y se comprueban por demostraciones.	- Las proposiciones factuales para ser comprobadas se verifican en los

(8) YUREN CAMARENA, María Teresa. Edit. Trillas. México, 1994. pag. 33-51

<b>Conceptos Ordenadores</b>	<b>Ciencias Formales</b>	<b>Ciencias Fáticas</b>
		hechos.
3. Criterio de verdad.	- En ciencias formales las proposiciones y/o enunciados deben tener coherencia lógica.	- En ciencias fáticas las proposiciones deben tener correspondencia objetiva.
4. Carácter de los enunciados.	- Los enunciados lógicos y/o matemáticos deben ser lógicamente necesarios.	- Los enunciados de las ciencias Sociales y Naturales deben ser lógicamente necesarios y verificables.

### **LAS CIENCIAS EMPÍRICAS Y NO EMPÍRICAS**

La Biología y las demás ciencias naturales, son ciencias empíricas, es decir, la verdad de los principios y las leyes físicas deben ser comprobadas por aquellos procedimientos que utiliza el método experimental, en tal sentido, José Gómez afirma que “en el caso de las ciencias empíricas, las afirmaciones que estas hacen acerca de la realidad concreta se deben comparar con los hechos de la experiencia, y serán aceptados como verdaderas sólo en la medida en que sean apoyados apropiadamente por las evidencias empíricas, las cuales se pueden obtener de diversas maneras: por observación sistemática: por encuestas; por el examen cuidadoso de inscripciones, documentos, reliquias arqueológicas, etc. y por medio de la experimentación”.<sup>(9)</sup>

La comprobación empírica distingue a las ciencias fáticas de las ciencias formales, como son la lógica y las matemáticas puras, ciencias que no

<sup>(9)</sup> GÓMEZ, José. **El Método Experimental**. Ed. Harla, 1983. pag. 16.

dependen de la experiencia para demostrar la verdad o falsedad de ese enunciado.

### **2.5.2 Los Laboratorios**

Son centros especializados donde el investigador tiene la facilidad de ejecutar una diversidad de pruebas experimentales para demostrar la consistencia de diversas hipótesis planteados frente a diversos problemas, los laboratorios didácticos a diferencia de los laboratorios de producción y/o laboratorios experimentales, sirve para que los docentes faciliten a los alumnos el redescubrimiento de algunas teorías o la comprobación de hipótesis planteadas frente a hechos diversos, en Biología el docente orienta al alumno a trabajar experimentalmente sobre los modelos científicos biológicos, para despertar en ellos el espíritu creativo en las materias, orienta al alumno a aprovechar el mínimo elemento del laboratorio para generar un acucioso estudio y un amplio nivel crítico sobre la estructura, física, química, espacial o didáctica que se presente frente a cada modelo científico.

Para ello los centros académicos deben contar con condiciones óptimas y cumplir con las siguientes condiciones:

#### **1. De la organización del Laboratorio**

En los laboratorios de Biología los diversos Centros Académicos que se encuentren a cargo del personal especializado se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- 1.1 Los ambientes, instalaciones, equipos, materiales, reactivos, sustancias, láminas, maquetas, módulos y cualquier otro instrumento o implemento que se encuentren dentro de él se utilizarán para las experimentaciones (prácticas) y otras actividades de carácter científico.
- 1.2 Todo equipo, material, reactivos, sustancias y otros implementos de laboratorio no deben ser llevados por ningún motivo fuera del centro académico.



- 1.3 El laboratorio debe reunir las condiciones mínimas de seguridad, higiene y comodidad. Un botiquín con los implementos, medicamentos necesarios, puerta de escape, cerraduras adecuadas y seguras, ventilación, luz adecuada, bibliotecas de Ciencias, Videotecas o hemerotecas, así como instalaciones de luz, agua y desagüe, mesas y estantes para el trabajo experimental.
- 1.4 De acuerdo a la capacidad, el tamaño que tenga el laboratorio, éste debe tener espacio como máximo para 20 a 25 alumnos.
- 1.5 Los reactivos, sustancias, materiales para la realización de las experimentaciones o prácticas deben ser solicitados al Jefe de Laboratorio con 24 horas de anticipación a través de la Hoja de pedido.
- 1.6 No deben haber interrupciones para la realización de las experimentaciones, el servicio del laboratorio debe ser ininterrumpido durante el desarrollo del año escolar o académico.

## **2. De la seguridad, limpieza o higiene del laboratorio**

Como sabemos que todo trabajo experimental encierra algunos riesgos, sobre todo cuando trabajamos con niños y adolescentes que son llevados a veces por la curiosidad, el juego y la imprudencia, debemos tener cuidado con los accidentes.

Cuando manipulamos, aparatos, equipos, reactivos, sustancias, etc., tratemos de cuidar los materiales costosos, esto no quiere decir que no se utilicen, sino de manejarlos adecuadamente.

## **3. De la seguridad de las personas y equipos en el Laboratorio**

- 3.1 Verificar que las instalaciones de agua, luz, desagüe, estén en perfectas condiciones.
- 3.2 Los materiales, instrumentos, equipos, reactivos, sustancias, deben ser conocidos por todas las personas que trabajan en

él, ya sean Jefes de Laboratorio, auxiliares de laboratorio y profesores de ciencias.

- 3.3 Verificar si en algunos módulos y equipos el voltaje es diferente a 220 voltios.
- 3.4 Los reactivos y sustancias químicas deben estar rotulados, los materiales codificados en forma clara y precisa.
- 3.5 Cuando se trabaje con reactivos o sustancias químicas, se empelarán pinzas, espátulas o pipetas, tomando las medidas necesarias.
- 3.6 El ambiente del laboratorio, debe ser ventilado, para evitar la contaminación.
- 3.7 Evitar aspirar sustancias que emanen vapores (gases), pueden ser tóxicas.
- 3.8 Tener cuidado con los mecheros, alejar de éstos las sustancias inflamables, como el gas propano, hidrógeno, alcohol, éter, bencina, acetona y cualquier otra sustancia que pueda provocar accidentes.
- 3.9 Todo laboratorio de cualquier Centro Académico debe tener extinguidores o extintores contra cualquier amago de incendio (de polvo o espuma).
- 3.10 Cuando se manipulen sustancias tóxicas o peligrosas, como el arsénico, fósforo, anilina, benzol, entre otras, deben lavarse bien las manos y posteriormente ducharse, recordar siempre ser precavido.
- 3.11 Tener preparadas siempre una solución de agua y bicarbonato de sodio para quemaduras con los ácidos y ácido bórico al 3% para álcalis.
- 3.12 Deben estar pegadas o colocadas a la vista Decálogos de las Normas del Trabajo Experimental en el Laboratorio.

#### **4. De la seguridad del ambiente**

- 4.1 Las puertas del laboratorio deben ser seguras y estar en buenas condiciones.

- 4.2 Las ventanas deben brindar seguridad y deben ser reforzadas.
- 4.3 Las llaves del laboratorio deben ser manejadas solamente por el jefe del laboratorio y el auxiliar de laboratorio.
- 4.4 El material bibliográfico, reactivos, sustancias, deben estar en vitrina o estantes bajo llave, bien seguras y protegidas.

**5. Higiene de los ambientes y mobiliario del Laboratorio**

- 5.1 Todo ambiente de laboratorio debe tener escobas, tachos de basura, detergente, jabón desinfectante, franelas, toallas, etc.
- 5.2 La limpieza y el cuidado del laboratorio debe estar a cargo del personal encargado del Laboratorio, evitando el ingreso de otras personas ajenas a él.
- 5.3 La limpieza de los estantes, armarios, acuarios, terrarios, láminas, maquetas, módulos, deben realizarse en forma periódica, y toda vez que se requiera por el responsable del turno.

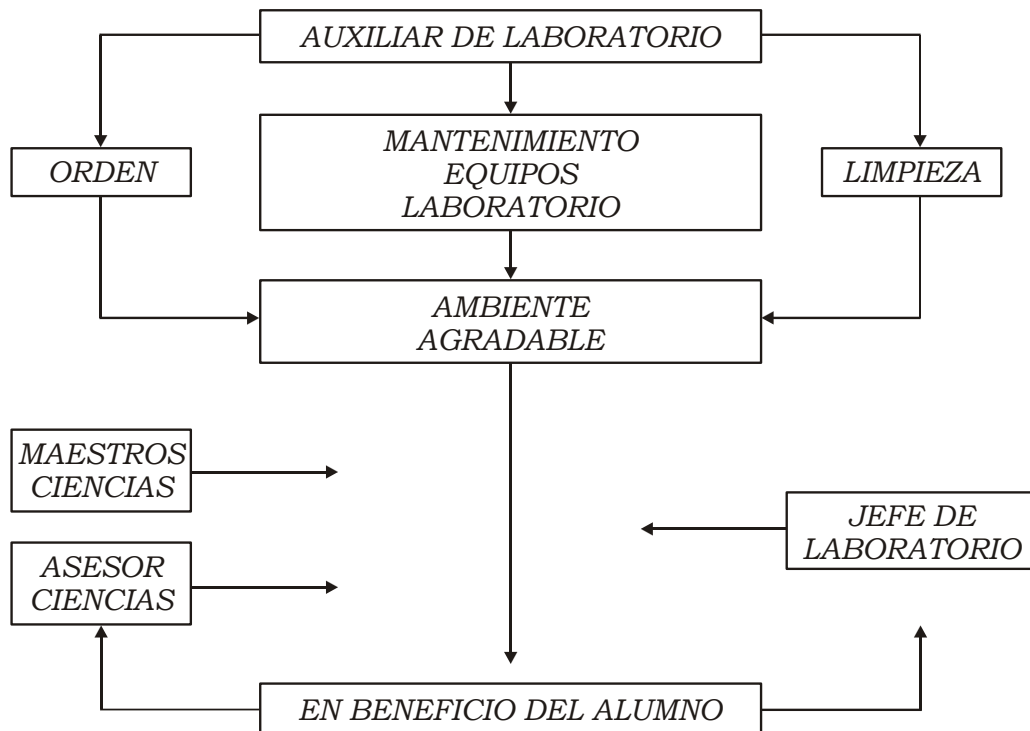
**6. Organización y funciones del Auxiliar de Laboratorio**

El auxiliar de laboratorio depende del Jefe de Laboratorio y tiene como funciones las siguientes:

- 6.1 Participa en la instalación de los equipos de laboratorio.
- 6.2 Registra en el cuaderno de ocurrencias los sucesos para que al final del bimestre realice un consolidado.
- 6.3 Al final del año elabora el inventario de altas y bajas de los equipos, instalaciones y materiales, reactivos, sustancias o insumos.
- 6.4 Distribuye y controla los equipos, reactivos, sustancias e insumos en forma racional.
- 6.5 Brinda el apoyo necesario a los docentes de Ciencias en el desarrollo de las actividades de ciencias, experimentaciones o Prácticas de Laboratorio, o fuera de las instalaciones, como trabajo de campo, visita de estudio, etc.

- 6.6 Recepciona y distribuye los materiales, reactivos, sustancias e insumos que se utilizan en las experimentaciones y comprueba el estado en el que se encuentra, para luego realizar la higiene o limpieza necesaria de cada uno si lo requiere y lo ubica en su respectivo lugar.
- 6.7 Anota en el cuaderno de control la salida de equipos, materiales, módulos, maquetas fuera del Laboratorio.
- 6.8 Revisa todo material, maquetas o módulos que son devueltos después de su utilización comprobando su estado.
- 6.9 Anota las experimentaciones o prácticas realizadas por los docentes en el Libro o Cuaderno de Registro de Experimentaciones de Laboratorio.
- 6.10 Participa en la elaboración del Horario para el uso del Laboratorio.
- 6.11 Es responsable de las llaves del laboratorio.
- 6.12 Realiza la impresión de documentos, experimentales o guías de prácticas.
- 6.13 Si es convocado por la Jefatura de Laboratorio participa en las reuniones.
- 6.14 Cumple con los trabajos que le asigne el Jefe de Laboratorio.
- 6.15 Elabora el cuadro de experimentos de materiales, reactivos y sustancias para la realización de las experimentaciones.
- 6.16 Limpia y esteriliza los materiales.
- 6.17 Lleva el inventario actualizado.
- 6.18 Prepara los materiales solicitados en las experimentaciones.
- 6.19 Rotula y codifica materiales, reactivos y sustancias.
- 6.20 Prepara láminas, soluciones y reactivos.
- 6.21 Organiza el archivo de las experimentaciones o prácticas.

## ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LABORATORIO



### 2.5.3 El Método Científico aplicado a las Ciencias Experimentales

#### Método Científico

El método científico es definido como:

- El conjunto de reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación”.<sup>(10)</sup>
- La existencia de un Universo o realidad exterior: la materia o sustancia de los filósofos.
- La posibilidad de hacer observaciones, abstracciones y juicios.
- La validez de la lógica.
- La existencia de uniformidad o regularidad en la naturaleza.
- La necesidad de someter a prueba experimental todas las hipótesis, leyes y teorías.

<sup>(10)</sup> RIVEROS, Héctor G. **El Método Experimental aplicado a las Ciencias Experimentales**. Edit. Trillas, México, 1994. pag. 37.

### **Reglas del método científico**

Una vez conocidos los postulados más importantes del método científico, toca el turno a las reglas del método científico; un posible enunciado de ellas es el siguiente: <sup>(11)</sup>

- a) Analizar el problema para determinar lo que se quiere, formando las hipótesis de trabajo para dar forma y dirección al problema que se está investigando.
- b) Seleccionar los hechos pertinentes.
- c) Clasificar y tabular los datos para encontrar similitudes, secuencias y correlaciones.
- d) Formular conclusiones por medio de procesos lógicos de inferencia y razonamiento.
- e) Probar y verificar conclusiones.

### **Métodos científicos**

Las diversas ramas de la ciencia tienen sus propios problemas, éstas han desarrollado diferentes métodos para resolverlos y se usa el nombre genérico de método científico para referirnos a ellos. Sin embargo, esto no equivale a decir que cada rama de la ciencia sólo pueda usar un método en particular; toca al investigador elegir el o los métodos más apropiados para resolver su problema, aunque dichos métodos no se hayan desarrollado dentro de la ciencia que practique.

Entre los métodos científicos más conocidos se encuentran:

- a) Método de casos
- b) Método Matemático
- c) Método Inductivo
- d) Método Deductivo
- e) Método Experimental
- f) Método de Investigación Social

---

<sup>(11)</sup> IBID, Pag. 42

## **Método Experimental**

El método experimental tiene una serie de concepciones, entre ellas podemos citar a las siguientes:

“El asombroso avance de las ciencias experimentales, también llamadas factuales, como la física, química, biología y ecología se debe en gran medida a que los científicos que han contribuido a su desarrollo, se han preocupado porque sus métodos de trabajo cumplan con ciertas reglas apoyadas fuertemente en la lógica y en el sentido común; dichas reglas contribuyen con lo que se llama el método científico experimental y han sido estudiadas y analizadas por los filósofos”.<sup>(12)</sup>

De acuerdo al autor antes citado el método experimental tiene reglas o pasos que son los siguientes:

1. Definición del problema
2. Hipótesis de trabajo
3. Diseño del experimento
4. Realización del experimento
5. Análisis de resultados
6. Obtención de conclusiones
7. Elaboración del informe

**1. Definición del problema.-** Es el primer paso que consiste en formular con claridad el problema o qué preguntas se quiere responder. Para lograr esto hacemos uso de la información obtenida a partir de:

- La observación del fenómeno (o de quien nos plantea el problema).
- La consulta bibliográfica

**2. Hipótesis del trabajo.-** Es una predicción donde se explica cómo o por qué sucede un fenómeno y se busca su comprobación (o negación) por

---

<sup>(12)</sup> IBID. Pag. 55

medio del experimento. El enunciado debe incluir las variables del fenómeno, e indicar en cierta forma cómo se espera que estén relacionadas.

**3. Diseño del experimento.-** En esta etapa se escoge el procedimiento experimental que se va a usar y los instrumentos de medida capaces de medir y controlar las variables del fenómeno por estudiar. Para ello es necesario considerar:

- El equipo de medida existente y su precisión.
- El tiempo y dinero disponible.

**4. Realización del experimento.-** Realizar el experimento final se reduce a llenar columnas con lecturas de las mediciones y detectar cualquier anomalía que se presente durante el desarrollo del experimento.

**5. Análisis de resultados.-** El análisis o interpretación de los resultados, ya sean valores, graficas, tabulaciones, etc., debe contestar lo más claramente posible, la o las preguntas planteadas por el problema.

**6. Obtención de conclusiones.-** Con los resultados del experimento el investigador hace conclusiones, aplicando su criterio científico para aceptar o rechazar una hipótesis o una ley; también puede hacer conjeturas acerca de un modelo.

**7. Elaboración del informe.-** Es la comunicación de los resultados de un experimento a la comunidad científica, que a la posteridad constituye un eslabón útil en la evolución de la ciencia.

Las ciencias que utilizan métodos empíricos para comprobar la verdad de sus enunciados, son entre otros: la Física, la Química, la Biología, la Ecología, la Medicina, la Psicología, etc. "Los métodos empíricos se dividen en dos ramas, la primera que engloba a ciencias como la astronomía, depende de lo empírico a través de la observación sistemática de los eventos significativos que conforman su problemática, la segunda depende de lo empírico no sólo a través de la observación sistemática, sino



fundamentalmente la de la manipulación de algún evento, es decir, de la modificación deliberada de algunos factores cuyo efecto sobre el objeto de estudio se requiere conocer y este es, propiamente dicho, el método experimental”(13). Lo dicho por Gómez, es básicamente la experimentación científica en sí en el campo de las ciencias fácticas.

El método experimental sigue las etapas del método científico, José Gómez, considera que el método experimental tiene la siguiente estructura:

**a) Formulación del problema**

Cualquier trabajo que merezca una experimentación científica, debe partir por plantearse un problema, que orienta la preocupación del hombre de ciencia. El problema puede responder a inquietudes de carácter teórico o práctico, pero siempre está apoyado en los conocimientos previos y las teorías existentes en el campo del saber humano.

**b) La observación**

La observación consiste en registrar sistemáticamente la información, con el objeto de generalizar el comportamiento del hecho o fenómeno, ya sea bajo condiciones naturales o condiciones provocadas (experimentación).

**c) La formulación de la hipótesis**

Una hipótesis “es la explicación tentativa que se da a un fenómeno, y se genera a través de un proceso deductivo. Al hablar de una explicación se está haciendo referencia al hecho de describir las condiciones necesarias y suficientes ante la ocurrencia de un fenómeno observable”. La afirmación de José Gómez, nos está indicando que para explicar un hecho o fenómeno recurrimos a la descripción, que esta apoya en observaciones previas.

---

(13) GÓMEZ, José. **El Método Experimental**. Edit. Harla, México, 1983. pag. 18.

#### **d) La comprobación**

La etapa final de la experimentación, consiste en verificar el valor de verdad o falsedad de las hipótesis, esto significa confirmar o rechazar las hipótesis planteadas. Así el autor que mencionamos anteriormente nos dice que “verificar una hipótesis no significa buscar su aceptación como verdadera a toda costa, sino solamente comprobar si es verdadera o falsa, y en función a ello aceptarla rechazarla, esta es una buena definición de la honestidad científica”.<sup>(14)</sup>

La comprobación de una hipótesis se realiza en doble vía: de una parte, la observación sistemática y la medición nos provee de datos cuantitativos, y de la otra parte, el análisis no suministra generalizaciones cualitativas que generalmente se expresa como leyes y/o relaciones entre las magnitudes físicas.

#### **2.5.4 Métodos Didácticos Aplicables a la Educación Superior**

Nérice en su estudio de los componentes de la didáctica clasifica a los MÉTODOS DIDÁCTICOS o MÉTODOS DE ENSEÑANZA como él los denomina, en dos grandes grupos, según el enfoque psicopedagógico que orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje:<sup>(15)</sup>

- Métodos de enseñanza individualizada
- Métodos de enseñanza socializada

Los **MÉTODOS DE ENSEÑANZA INDIVIDUALIZADA**: Se orientan a priorizar el estudio y aprendizaje diferenciado de cada sujeto. Así el proceso de enseñanza está orientado a facilitar el desarrollo de las habilidades y destrezas de aprendizaje que posee cada alumno para trabajar los conocimientos y vivir las experiencias de aprendizaje.

---

<sup>(14)</sup> Idem, pag. 25

<sup>(15)</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú. **Didáctica de la Educación Superior**. Edit. Asociados, Lima – Perú, 1995. pag. 34.

Los más conocidos son: el Plan Dalton, el Método de fichas (Dottrens), la Enseñanza Programada (estudio dirigido o autoinstructivo), el Método Winnetka, etc.

Los **MÉTODOS DE ENSEÑANZA SOCIALIZADA**: tienen como objetivo – sin dejar de lado el aprendizaje individual– el promover la integración social y el desarrollo de las habilidades y destrezas de trabajo en grupo de los alumnos.

Este es el caso del Método Decroly (estudio por proyectos grupales), el Sistema Freinet, el Trabajo por equipos de Cousinet, el Método Aula-Laboratorio, el Método semiescolarizado, el Método de Redescubrimiento en equipo, entre otros.

Tenemos que señalar que cada método didáctico es necesario reconocer:

- Cuál es el fundamento teórico que los sustenta.
- A qué corriente educativa responde, y
- Cuáles son los criterios que aplica esta corriente en su metodología de enseñanza.

El estudio de los métodos didácticos, nos permite reconocer cuál es el enfoque pedagógico teórico y práctico que fundamenta a un determinado método didáctico en el laboratorio que permite mejorar la calidad de enseñanza de los modelos científicos biológicos.

Los métodos didácticos que resultan apropiados para el nivel de Educación Superior son los siguientes:

- Enfoque Convencional: Método Académico-Universitario
- Enfoque activo-participativo: Métodos participativos
- Método Semi-escolarizado
- Método Aula-laboratorio
- Método de Redescubrimiento en equipo
- Enfoque Rogeriano: Método No-Directivo

## **El Método Experimental en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Biología**

Siendo ésta una ciencia natural que se ocupa del estudio de todos los seres vivos y las múltiples manifestaciones que en él se suscitan tanto biológica, fisiológica y genética la preparación del futuro ciudadano en cualquier nivel educativo debe abarcar no solamente la preparación teórica, sino también su correspondiente práctica para que pueda desempeñar cualquier función en el seno de la sociedad, en este sentido es necesario tomar en cuenta las ideas de Francisco Giral que sostiene: “en los países hispanoamericanos, así como en España y Portugal, se encuentra con frecuencia un gran desequilibrio en esa necesaria armonía, desequilibrio que afecta negativamente a la enseñanza práctica. De aquí que sea necesario insistir en la importancia preeminente del aprendizaje experimental. En ocasiones puede parecer excesiva la significación que se atribuye a esa forma de enseñanza; sirva de explicación la necesidad de contrarrestar un vicio demasiado extendido, y para lograr el justo equilibrio, no es extraño que se exagere la importancia de la enseñanza experimental”.<sup>(16)</sup>

La Biología es una ciencia natural de carácter experimental y como tal su enseñanza debe mostrar el equilibrio entre lo teórico y lo práctico; los objetivos de la enseñanza práctica de Biología son:

- a) Demostrar a través de la experimentación, las características de los seres vivos tanto morfológicos, como molecular.
- b) Familiarizar a los educandos con el uso de equipos e instrumentos de tecnología de punta empleados en Biología.
- c) Proporcionar el entrenamiento a los educandos para la realización de experimentos posteriores de mayor rigurosidad.
- d) Fomentar la actitud científica de los futuros profesionales a fin de que aprovechen racionalmente los recursos en su beneficio y de la sociedad.

---

<sup>(16)</sup> GIRAL, Francisco. **Enseñanza de la Química Experimental**. O.E.A., 1978. pag. 1

### **El experimento realizado por el profesor**

El experimento se realiza tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje como en la investigación científica y de cualquier ciencia fáctica. La experimentación puede ser el punto de partida o punto final, confirmación de un hallazgo Karl Knoll, señala una diferencia en el sentido de que “el proceso cognoscitivo, al realizar un experimento en el aula, se distingue del de la ciencia por hecho de que el maestro conduce al alumno a reproducir descubrimientos ya efectuados”<sup>(17)</sup>. La afirmación anterior nos indica que, el profesor encamina a los alumnos hacia la comprobación de hechos o fenómenos que ya han sido descubiertos por otros científicos. Asimismo, la experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sirve para lograr un aprendizaje teórico práctico y hacer que tomen una actitud científica de querer comprobar muchos aspectos teóricos de una manera práctica.

Según Karl Knoll, el experimento realizado por el profesor debe cumplir las siguientes exigencias pedagógicas didácticas:

- a) La disposición del experimento debe ser sencilla y clara, permitiendo la atención de los alumnos hacia lo principal, separando lo secundario, a fin de no distraer la atención de los alumnos.
- b) El experimento debe ser preparado con anticipación por el profesor, con el objeto de ahorrar tiempo y que conduzca al logro de resultados previstos con anticipación.
- c) Cada experimento debe ir acompañado de una guía de prácticas que debe contener; el título del experimento, el objetivo del experimento, los procedimientos de ejecución, los croquis si el caso requiere y las interrogantes que reflejen los resultados logrados por los alumnos.

---

<sup>(17)</sup> KNOLL, Karl. **Didáctica de la Enseñanza de la Física**. Edit. Kapeluz, 1974, pag. 174

Las exigencias indicados, sólo es posible cumplir si, existen la predisposición de los docentes y el interés de los alumnos y las condiciones para realizar la experimentación.

### **El experimento realizado por los alumnos**

Partimos considerando que los sujetos principales del proceso de enseñanza-aprendizaje son los alumnos, por tanto, las actividades y la experimentación deben realizarlo ellos, Karl Knoll, nos dice sobre el particular que “el desarrollo de aptitudes y habilidades mentales y manuales, objetivo esencial de la enseñanza no está plenamente garantizado si el alumno solo puede observar el experimento realizado por el maestro, su participación es entonces esencialmente receptiva. Las observaciones dependen en mayor o menor grado del maestro. La capacidad combinatoria del alumno, la participación activa y, sobre todo, el impulso a la propia maduración psicológica y a la transformación del trabajo mental, en realidad práctica, y la unidad de teoría y práctica, se manifiesta en forma incompleta”.<sup>(18)</sup>

Las afirmaciones anteriores nos está indicando que el alumno no debe observar pasivamente cómo el profesor experimenta ante la clase, sino que debe probar y experimentar el mismo, esto contribuirá, sin duda, a mantener despiertos la espontaneidad, la actividad y el interés por la enseñanza, y a fomentar de una manera óptima el logro de los objetivos previstos con anticipación.

Los experimentos realizados por los alumnos, según Karl Knoll, se clasifican en tres niveles:

- a) Experimentos para investigar, este tipo de experimentos es de mayor nivel e implica la realización de mediciones, pruebas cualitativas y la utilización de conocimientos.

---

<sup>(18)</sup> Op. Cit. Pag. 184.

- b) Experimentos para confirmar este tipo de experimentos se realiza con la finalidad de confirmar ciertos conceptos establecidos teóricamente, es decir, poner a prueba la teoría.
- c) Experimentos para reiterar o repetir, este tipo de experimentos tiene esquemas establecidos y por tal razón, los alumnos pueden realizar, reiteradamente la experimentación.

La realización de los experimentos en cualquiera de los tres niveles dependen de la preparación de los alumnos en: utilización de equipos e instrumentos, del nivel de los conocimientos teóricos, el interés y la actitud científica que tengan.

La participación de los alumnos en la realización de los experimentos, indica Knoll, debe abarcar las siguientes etapas:

- a) La planificación, los alumnos deben de participar desde el momento mismo de la planificación del experimento, deben diferenciar claramente lo esencial de lo accidental y los fines de los medios.
- b) Las instrucciones deben ser interpretados en forma cabal por cada uno de los alumnos, instalando cada uno de los equipos y dispositivos, siguiendo los procedimientos establecidos.
- c) La realización del experimento debe implicar la obtención de resultados cualitativos y/o cuantitativos, que deben ser interpretados utilizando la información teórica de los alumnos.

#### **2.5.5 Dificultades de la enseñanza experimental de la Biología.**

Una de las mayores dificultades de la enseñanza experimental de la Biología, radica en el costo de los equipos de laboratorio y la adquisición de materiales para la realización de los experimentos, ya que las instituciones educativas del Estado no cuentan con recursos suficientes para satisfacer la demanda estudiantil y las universidades

privadas no invierten planificadamente en sus equipos de infraestructura.

Enseñar experimentalmente biología en instituciones cuyos laboratorios no cuentan con equipos, hace la labor del docente aún más sacrificada debido a los grandes sacrificios económicos y humanos que tienen que realizar.

De manera objetiva debo manifestar que en las áreas donde el alumno requiere realizar trabajos experimentales el costo por alumno es elevado y deben las autoridades poner énfasis en dichas carreras y especialidades, debido a que la inversión precisa hará que el alumno reciba lo necesario, para elevar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje de modelos biológicos, para ello se requiere la adquisición de los equipos adecuados y la capacitación del personal docente y no docente comprometidos en las tareas del trabajo experimental.

## **2.5.6 Fundamentos Psicológicos del Aprendizaje**

### **Teorías Psicológicas del Aprendizaje**

Domínguez Trellas, José, en la primera parte de Fundamentos Generales de la Pedagogía Universitaria, plantea la fundamentación psicológica del aprendizaje, las mismas que se especifican a continuación.<sup>(19)</sup>

Existen muchas corrientes psicológicas que han tratado de explicar el proceso de cómo una persona aprende y las implicancias que estas concepciones han tenido en el campo de la educación, en aspectos tales como: metodología, desarrollo de materiales, evaluación, entre otros.

---

<sup>(19)</sup> PACHECO V., Amelia. **Didáctica Universitaria**. Talleres Gráficos de la Universidad de Lima. Lima – Perú, 1988. pag. 51.



Hoy en día son cuatro las teorías que tienen mayor influencia en el campo psico-educativo: La Teoría evolutiva de Piaget, las Corrientes Cognoscitivas, el Conductismo (en especial el representado por los aportes de Skinner) y la posición de procesamiento de la información de Gagné, de las cuales trataré tres que son las que dan consistencia a mi trabajo de investigación.

### **Teoría de Jean Piaget**

Piaget explica la inteligencia como “una función que constituye en base a interrelaciones entre el sujeto (organismo) y su medio”. Se da una continuidad entre los procesos biológicos de adaptación del organismo al medio exterior y los procesos biológicos de la inteligencia. En la formación de la inteligencia intervienen, pues, lo biológico, al que Piaget le da suma importancia, lo psicológico y lo social.

La inteligencia es “la capacidad de adaptación a situaciones nuevas, a través de la comprensión e invención”. Esta adaptación implica un proceso de asimilación (acción del organismo sobre los objetos que lo rodean) y de acomodación (el medio actuando sobre el organismo). De esta concepción se desprende que la inteligencia (conocimiento) se deriva de la acción.

El desarrollo de la inteligencia al igual que el conocimiento orgánico, es una marcha hacia el equilibrio. Es un proceso temporal, que se construye progresivamente. Hay un desarrollo doble: Uno que se da por sí solo y toma tiempo (psicológico espontáneo) y otro que se aprende por transmisión familiar, social o educativa (psicosocial).

Piaget distingue dos aspectos de equilibrio:

- Un funcionamiento constante (funciones invariables) que aseguran el paso de una etapa a otra.
- Estructuras variables, progresivas, que son propias y singulares de cada etapa (estadios).

Piaget considera tres grandes períodos en el desarrollo de la inteligencia, que comprenden a su vez, varios estadios y subestadios:

- El período que va del nacimiento hasta la aparición del lenguaje (2 años): Sensorio-motriz.
- El período que comprende de los 2 años hasta los 11 o 12 años. Es un período de preparación y organización de las operaciones concretas de clases, relaciones y números.

Piaget los ha identificado como períodos del “pensamiento intuitivo” y de las “operaciones concretas”.

- El período que se inicia a los 11 ó 12 años, llamado de las operaciones formales. Se adquiere la capacidad para razonar sobre enunciados o sobre hipótesis.

Entre las aplicaciones educativas de la teoría de Piaget se debe resaltar:

- El rol activo del alumno, para lo que se debe contar con un ambiente enriquecido.
- Es necesario incentivar el aprendizaje, ya que el niño será motivado por curiosidad.
- Se debe considerar las diferencias individuales, sobre todo en términos de aptitudes y capacidades.
- El empleo del tiempo debe ser flexible. El conocimiento evoluciona al ritmo del estudiante.
- Importancia del desarrollo de los materiales para estimular la retención.
- Hay que aprovechar y estimular la retención.
- El maestro debe ser orientador y planificador de las acciones educativas.
- Se debe enfatizar el rol de la evaluación formativa.<sup>(20)</sup>

---

<sup>(20)</sup> PACHECO VÁSQUEZ, Amelia y Otros., 1988, pag. 51

En términos del aprendizaje se deben considerar: las características perceptivas del alumno; la organización del conocimiento; el aprendizaje por comprensión; la retroalimentación cognitiva; la determinación de los objetivos finales para el alumno y el fomento tanto del pensamiento divergente como del convergente”.<sup>(21)</sup>

### **El Enfoque de Roberto Gagné**

De una manera general, se puede afirmar que la posición de Robert Gagné, implica una metodología conductiva y un enfoque cibernético del aprendizaje. El aprendizaje es visto en sus niveles jerárquicos y como un procesamiento de la información.

El enfoque jerárquico del aprendizaje implica que hay tipos de aprendizaje como las condiciones internas y externas lo caracterizan. Gagné, desde una perspectiva jerárquica, distingue ocho tipos de situaciones para el aprendizaje.

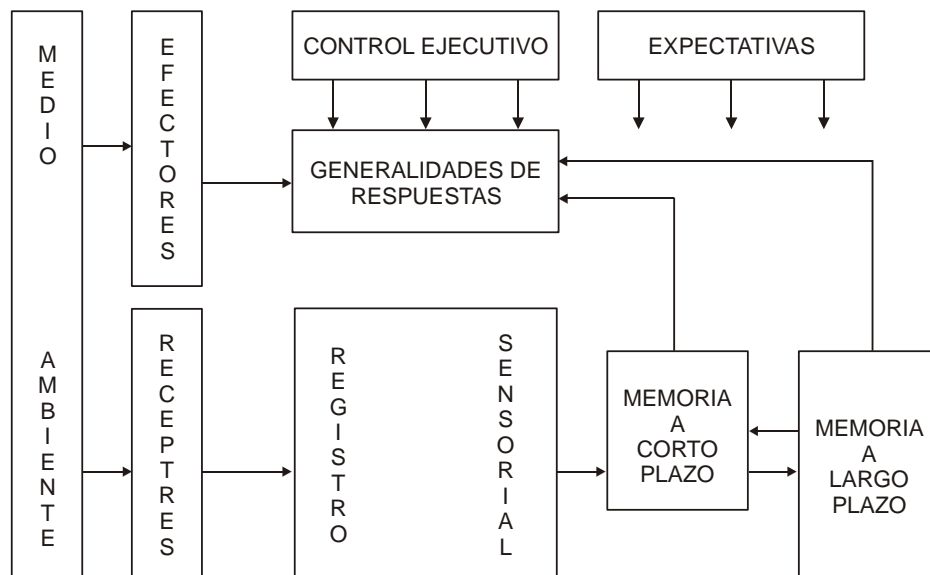
- Reacción ante una señal, de acuerdo al esquema de Pavlov.
- Estímulo-respuesta, de acuerdo al esquema de Skinner. Se da una respuesta ante un estímulo discriminado. Se puede aprender una conexión o una operante, discriminada por efectos del refuerzo.
- Encadenamiento.
- Asociación verbal.
- Aprendizaje de conceptos; se da una respuesta común a una clase de estímulos, que pueden diferir ampliamente unos a otros.
- Aprendizaje de principios, cadenas de dos o más conceptos.
- Aprendizaje de resolución de problemas; o sea, dos o más principios que se combinan y producen una nueva capacidad.

---

<sup>(21)</sup> PACHECO VASQUEZ, Amelia y Otros, 1988.

El logro de estos tipos o niveles de aprendizaje se obtienen a través de un proceso de transferencia, ya sea horizontal (generalización de una conducta a un mismo nivel) o vertical (paso de un nivel inferior de aprendizaje a un nivel superior) del aprendizaje, como un procedimiento de la información, implica el seguimiento del modelo básico que se da a continuación:

**Modelo Básico del Aprendizaje sobre el que se fundamentan las teorías modernas del procedimiento de información (Gagné, 1977)**



Robert Gagné presenta cinco tipos de aprendizaje, que pueden ser identificados en cualquier proceso de enseñanza–aprendizaje.

- a. **Información verbal**, que puede incluir hechos, nombres, principios, generalizaciones, etc.
- b. **Habilidades intelectuales**, dominio de aspectos tales como: discriminaciones, conceptos, reglas, solución de problemas, etc.
- c. **Estrategias cognitivas**, capacidades que guían la atención, recuerdo y pensamiento.
- d. **Actitudes**.
- e. **Habilidades motrices**.

### 2.5.7 La enseñanza de la Biología y los dominios del Aprendizaje

Se entiende por dominios de aprendizaje a las dimensiones de la conducta o, en este caso, a los diferentes tipos de resultados del aprendizaje. En la dinámica del proceso enseñanza-aprendizaje, fácilmente el profesor se percata que los aprendizajes de los alumnos pueden ser de diversas índole.

La clara diferenciación de que los aprendizajes pueden ser de diversas índoles, en otras palabras, que pueden caer” bajo diversos “dominios de aprendizaje”, es lo que va a permitir mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje.

Una de las clasificaciones más conocidas y aceptadas es la que propone Robert Gagné y divide los dominios de aprendizaje en cinco principales categorías.

- Destrezas intelectuales
- Estrategias cognitivas
- Información verbal
- Destrezas motoras
- Actitudes

Benjamín Bloom también ha tratado el tema, aunque a partir de una triple distinción. El aprendizaje puede abarcar los campos o dominios Cognitivo, Afectivo y Psicomotor.

- a) El **dominio cognitivo** comprende los procesos mentales, que van desde lo más concreto hasta los niveles más abstractos. Se identifican las siguientes variables:
- Conocimiento: Tal como reconocer y recordar hechos y peculiaridades.
  - Comprensión: Aprender a identificar, traducir, resumir o parafrasear un material determinado.

- Aplicación: Aplicar lo aprendido anteriormente para resolver una situación diferente a la original.
  - Análisis: Separar un todo complejo en sus partes y establecer las relaciones que hay entre ellas.
  - Síntesis: Combinar elementos para formar algo nuevo y distinto.
  - Evaluación: Decidir, formar juicios y elegir en función de criterios o pautas.
- b) El **dominio afectivo**. Abarca las conductas referidas a actitudes, emociones y valores que se aprenden y tienen su manifestación en forma de intereses, juicios y modos de adaptación. Este dominio tiene las siguientes variables:
- Recepción: Tomar conciencia de ciertos fenómenos y estímulos en forma pasiva.
  - Respuesta: Satisfacer determinadas expectativas dando respuesta ciertos estímulos o fenómenos (intereses).
  - Valoración: Manifestar una conducta coherente, acorde con una misma línea de creencias y actitudes, en situación en las que no está en obligación de actuar u obedecer.
  - Organización: Aceptar un conjunto de valores, lo que se refleja en la conducta.
  - Caracterización: Seguir una línea de conducta, de acuerdo a los valores internalizados.
- c) El **dominio psicomotor**. Se refiere a las conductas que requieren habilidades neuromusculares o físicas. Este dominio puede manejar variables como:
- Frecuencia: La capacidad de veces que una persona ejecuta una habilidad psicomotora.
  - Energía: La potencia o fuerza que emplea una persona en ejecutar una habilidad psicomotora.

- Duración: El tiempo que una persona continúa ejecutando una habilidad psicomotora.

## **2.5.8 Materiales Educativos en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Biología**

### **Concepto de material educativo**

Teniendo en cuenta que la relación enseñanza-aprendizaje se produce gracias al proceso de comunicación que se establece entre el profesor y sus alumnos y los alumnos entre sí; entonces el material educativo puede ser conceptualizado como: “Todo nivel educativo es un instrumento de comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje”<sup>(22)</sup>. Por otro lado teniendo en cuenta la estructura de los materiales educativos el material educativo, también entendido como: “Los materiales educativos comprenden el mensaje educativo, expresado mediante lenguajes, presentado por medios físicos y procedimientos didácticos para facilitar el aprendizaje”<sup>(23)</sup>.

“Actualmente existen diversos conceptos sobre el material educativo, los siguientes conceptos fueron elaborados a partir del trabajo con alumnos y docentes de aula”<sup>(24)</sup>.

#### **A. Material Educativo es todo instrumento y/o medio que posibilita:**

- a) Al docente, realizar experiencias educativas relacionándose directamente con la realidad en la que trabaja y de esta manera, lograr capacitarse para conducir y asesorar a sus alumnos en las experiencias de aprendizaje de éstos.

---

<sup>(22)</sup> PACHECO V., Amelia. **Didáctica Universitaria**. Talleres Gráficos de la Universidad de Lima. Lima – Perú, 1988. pag. 154.

<sup>(23)</sup> Ibid. pag. 147

<sup>(24)</sup> SANTIBÁÑEZ L., Vicente. **Hacia un enfoque renovado del material educativo**. Edit. de la U. San Martín de Porres. Lima – Perú, 14-15.

- b) Al educando, realizar diversas acciones y experiencias formativas e informativas manejando los objetos, seres y fenómenos de su realidad o ubicando información en textos, revistas, etc. En este sentido, el Material Educativo permite al docente y al alumno la adquisición y comprensión de un conocimiento vivencial de la realidad en que ambos se encuentran, a partir de sus experiencias y del uso de sus facultades humanas.

**B. Material Educativo es el canal que transporta mensajes facilitando la comunicación**

Entonces el material educativo puede ser conceptuado como: “Un material (recurso, medio o instrumento auxiliar) es educativo en la medida que este es utilizado para apoyar el logro de uno o más objetivos educacionales”.

**El Método Didáctico y el Material Educativo**

Existe una variada gama de método, procedimientos y técnicas; sin embargo, en la práctica ninguno de ellos funciona independientemente, sino en interdependencia con los Materiales Educativos surgiendo de este modo una determinada estrategia de enseñanza o el empleo de método y materiales, como señala Chadwick.

Esto significa que la utilización de un determinado método implica casi inevitablemente el empleo de materiales adecuados, convirtiéndose en algunos casos el uso exclusivo de un material como método en sí, como el método de instrucción programada a través de textos programados o el estudio dirigido, pero estos son excepciones. Por lo general, el empleo de uno o más métodos implica a su vez el uso de uno o más materiales.



## **Importancia del Material Didáctico**

El uso del material didáctico es importante porque posibilita mayor comunicación entre docente y alumno. Al docente, le otorga creatividad y originalidad en su diseño, uso, selección, elaboración y adecuación al medio.

Tomando en cuenta los sujetos de la Educación, la importancia del material educativo se destaca por:

- a) Fomentar en los alumnos: su capacidad de razonamiento y creatividad; la elaboración de su propio conocimiento; la investigación de la ocurrencia de los fenómenos y la búsqueda de la solución a los problemas de su medio.
- b) Permite a los docentes: asumir el rol de guía y orientador del aprendizaje de los alumnos, a desarrollar su creatividad y razonamiento, el logro de los objetivos previstos, a orientar el aprendizaje como proceso de investigación.
- c) Permitir a la comunidad: la participación en la búsqueda y elaboración del material educativo, aprovechar los recursos del medio para la acción educativa de los alumnos y tomar conciencia del rol que le corresponde a la comunidad en la educación de las futuras generaciones.

## **Clasificación de los materiales educativos**

Existen criterios divergentes de autores, en cuanto a la clasificación de los materiales educativos, sin embargo, para el presente trabajo he adoptado la siguiente clasificación:

### **a) Materiales Educativos según los medios de comunicación que utilizan**

Según este criterio pueden ser:

**Materiales Impresos.-** Son aquellos materiales en los que se utilizan papel y tinta.

**Materiales Audiovisuales.-** Son considerados como tales, a los materiales que presentan simultáneamente imagen y sonido y dentro de este tipo de materiales se tienen: video casset, diapositivas, filminas, programas de radio, discos y los programas de enseñanza por computadoras.

**Objetos diversos para la enseñanza.-** Maquetas, modelos, modelos de órganos del cuerpo humano, animales disecados, módulos de laboratorio de ciencias naturales (Física, Química y Biología).

**Materiales Multimediales.-** Que son presentados a través de un sistema de diversos medios integrados o asociados. Así por ejemplo tenemos: Programas de radio con apoyo de materiales impresos, equipos de laboratorio acompañado de un texto programado y guía de laboratorio.

**b) Materiales Educativos que generan medios para la enseñanza**

Este tipo de materiales se clasifican según la época de su descubrimiento y son:

**Materiales de Primera Generación,** dentro de esta clasificación se consideran a los que se emplearon antes de las máquinas de comunicación, es decir no utilizan dispositivos mecánicos ni electrónicos, como ejemplos tenemos: cuadros, mapas, objetos de exposición, modelos, pizarra, etc.

**Materiales de Segunda Generación,** se caracterizan por el uso de la imprenta, dentro de este grupo de materiales

tenemos; manuales, textos, folletos, guías impresas, pruebas impresas, etc.

**Materiales de Tercera Generación**, son los materiales que se pusieron de uso a comienzos del siglo XIX y permiten “aumentar el alcance de la vista y el oído”, dentro de este grupo de materiales se encuentran los materiales audiovisuales, la radio, la televisión, el cine, etc.

**Materiales de Cuarta Generación**, son los que han surgido a partir de la segunda mitad del siglo XX y que permite mayor interacción entre el profesor y el alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dentro de este grupo de materiales se encuentra: máquinas de enseñanza, microscopio, electroforesis, la instrucción programada, máquinas electrónicas, etc.

El presente trabajo no apunta a la utilización de máquinas de la última generación, sino básicamente intenta salir de la utilización de materiales de la primera generación, es decir, permite salir del uso de la pizarra y la palabra del docente, hacia la participación de los alumnos en su propio aprendizaje a través de la experimentación, como actividad creadora y motivadora de nuevas actitudes.

#### **2.5.9 Diseño y Elaboración de Material Educativo Impreso**

Al diseñar y elaborar Materiales Educativos necesariamente deberá tomarse en cuenta algunos criterios, para asegurar su óptima funcionalidad durante el proceso enseñanza-aprendizaje y así lograr que el material sea realmente educativo. Estos criterios pueden considerarse como científicos y técnicos.

Para el diseño y elaboración de éstos materiales se deben seguir algunas fases, tal como lo manifiesta Vicente Santibáñez Limas en

su Texto “Hacia un enfoque renovado del Material Educativo”, estas son:<sup>35</sup>

### **Fase 1: Organización e Implementación**

Comprende las siguientes acciones concretas:

- Decisión de elaborar el Material: Planeamiento del objetivo.
- Conformación del equipo de trabajo.
- Planificación del trabajo: Cronogramación.

### **Fase 2: Construcción de la Estructura del Material**

Comprende las siguientes acciones concretas.

- Diseño de la estructura del Material.
- Elaboración del Cartel de Alcances y Secuencias de las líneas o tema seleccionado.
- Determinación de la Metodología de Trabajo.
- Clasificación y Organización de la información.
- Elaboración de pautas para el desarrollo del contenido: previsión de formatos, gráficos, esquemas, etc.
- Revisión de la Estructura antes de su ejecución o desarrollo.

### **Fase 3: Elaboración del Material**

Esta fase comprende las siguientes acciones:

- Caracterización de cada parte del Material (unidad, capítulo o tema). Señalamiento de los diversos componentes de dichas partes.
- Redacción de la versión inicial del material: Incorporación de la formación organizada, explicitación y desarrollo de ideas del autor y administración racional de los conceptos básicos.
- Agrupamiento de temas, experiencias o situaciones de aprendizaje bajo un título adecuado.

---

<sup>35</sup> SANTIBÁÑEZ L, Vicente. **Hacia un enfoque renovado del material educativo**. Edit. de la U. San Martín de Porres. Lima – Perú, 1986. pag. 69 – 71.

- Incorporación de gráficos, ilustraciones, esquemas, ejercicios, etc.
- Redacción de introducción básica, apéndices, anexos, etc. (en algunos casos, luego de este paso se somete a un ensayo preliminar).
- Revisión general del material para lograr una versión susceptible de ensayo.

#### **Fase 4: Validación y Reajuste**

- Durante esta fase, se somete el material educativo impreso a un proceso de validación, para lo cual se sigue una metodología específica y organizada.
- Concluye esta fase, incorporándose al Material Educativo Impreso mejoras luego del proceso de validación.

#### **Fase 5: Impresión y Difusión**

Durante ésta última etapa o fase se realizan las acciones siguientes:

- Edición del Material Educativo, acción que supone todo un proceso especializado, siendo conveniente, la asesoría de un editor.
- Difusión a usuarios.

#### **2.5.10 Evaluación del Aprendizaje**

La concepción de la evaluación del aprendizaje, en cualquier nivel de enseñanza, debe estar enmarcado en los siguientes puntos de referencia: <sup>(25)</sup>

Se trata de un conjunto de acciones destinadas a diagnosticar la situación educativa del estudiante.

En tal sentido podemos indicar que la evaluación del aprendizaje es un proceso que se da a lo largo de un bimestre, semestre o un

---

<sup>(25)</sup> PACHECO V., Amelia. **Didáctica Universitaria**. Talleres Gráficos de la U. de Lima – Perú, 1988. pag. 167 – 168.

curso, con la intención de diagnosticar el avance o retraso del aprendizaje del estudiante.

Sirve para valorar y medir los logros de aprendizaje en función de los objetivos propuestos.

Este concepto de evaluación de aprendizaje enfatiza tres ideas:

- Implica emitir juicios de carácter cualitativo respectivo al aprendizaje.
- Cuantifica los avances del estudiante.
- Proceso que va desde el planeamiento de los objetivos de aprendizaje, que son puntos de referencia, hasta la toma de decisiones.

Se estructura para reformar y/o rectificar las acciones del proceso enseñanza-aprendizaje.

La evaluación del aprendizaje necesariamente implica la toma de decisiones, que implica una serie de acciones correctivas de diversa índole; calificación y promoción del estudiante.

### **Tipos de evaluación**

Son las evaluaciones específicas que se dan dentro del proceso educativo: <sup>(26)</sup>

#### **1. Evaluación de contexto**

La evaluación de contexto es el diagnóstico situacional del medio circundante, actuante, donde se va a desarrollar la gestión educativa. La evaluación del contexto posibilita una adecuada toma de decisiones en la determinación de los objetivos educativos y en la elaboración de programas curriculares, que respondan realmente a las necesidades del medio.

---

<sup>(26)</sup> ROSSI Q., Elías. **Evaluación de la educación**. Ediciones ER. Lima – Perú, 1991. Pag. 84 – 88.

Los aspectos que se sugiere considerar en la evaluación del contexto son: Condición pedagógica del grupo de aprendizaje, campo de experiencia de los alumnos y condiciones del escenario educativo.

## **2. Evaluación de entrada o inicial**

Es el enjuiciamiento y valoración de la situación o estado del educando al iniciar el proceso educativo. Identifica prerrequisitos y objetivos educativos logrados por el educando antes de iniciar el proceso educativo, permite luego contrastar sus resultados con los obtenidos por los alumnos al término del proceso educativo.

Es la evaluación que se da al inicio e implica, a su vez, dos instantes:

- a) Evaluación de prerrequisitos: Con la finalidad de explorar conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para iniciar el aprendizaje de una asignatura o tema.
- b) Evaluación de entrada: Con la finalidad de explorar el grado de conocimientos, habilidades y destrezas que el alumno va a aprender en una determinada asignatura o tema.

## **3. Evaluación de proceso**

Esta evaluación es aquella que se aplica durante el proceso de adquisición de un objetivo educativo. Permite detectar las dificultades que se presentan en el logro de los objetivos educativos y tomar decisiones inmediatas que contribuyan a superarlos. Realimenta permanentemente el proceso educativo.

Contribuye al proceso formativo del estudiante en la medida que informa progresivamente acerca de los alumnos en el logro de los objetivos educativos, diagnostica las dificultades que se presentan y posibilita la inmediata toma de decisiones de medidas correctivas.

#### **4. Evaluación final**

Se realiza al término de un proceso educativo específico y permite determinar si han sido logrados los objetivos educativos previstos. Se le llama también evaluación clasificatoria tradicional.

### **Los dominios de aprendizaje y los tipos de Pruebas de Evaluación**

“Las pruebas de evaluación se deben elaborar de acuerdo al tipo de aprendizaje que se desea evaluar. Los aprendizajes a evaluar pueden caer en pertenecer a alguno de los siguientes dominios:”.<sup>(27)</sup>

- Cognitivo
- Afectivo
- Psicomotor

Generalmente, se pone mucho énfasis para evaluar conductas referidas al rendimiento académico del alumno y se deja de lado otro tipo de conductas como son los intereses, actitudes, valores, etc. o las conductas que impliquen destrezas motoras.

A continuación se presentan algunos instrumentos y reglas que puedan permitir la evaluación de todos estos tipos de conducta.

#### **A. Pruebas para el Dominio Cognitivo**

Las pruebas para evaluar el rendimiento académico de los alumnos son de dos tipos:

---

<sup>(27)</sup> PACHECO V., Amelia. **Didáctica de la Educación Superior**. Talleres Gráficos de la U. de Lima – Perú, 1988. pag. 180 – 182.



- Pruebas de Desarrollo
- Pruebas Objetivas

### **A.1 Pruebas de Desarrollo**

Son pruebas constituidas por preguntas en que se permite al alumno seleccionar, organizar y presentar su respuesta en forma de ensayo.

En este tipo de pruebas se consideran dos clases: Pruebas de respuestas cortas o restringidas y Pruebas de ensayo o respuesta libre.

Las pruebas de desarrollo se deben emplear cuando se evalúan conductas cognitivas de alto nivel. Generalmente los conocimientos que se pretende evaluar con este tipo de pruebas se ubican en alguna de estas categorías:

- Análisis
- Síntesis
- Evaluación

### **A.2 Pruebas Objetivas**

Las pruebas objetivas utilizan diversidad de formatos o tipos de preguntas; entre las más frecuentes se tiene los siguientes tipos:

- Selección múltiple
- Apareamiento
- Completamiento
- Verdadero - Falso

## **B. Pruebas para el Dominio Afectivo**

Las acciones de evaluación en aula no pueden reducirse únicamente a las conductas cognitivas o, en términos genéricos, a los conocimientos. Hay o se presentan una serie

de conductas afectivas que el profesor debe estar en capacidad de poder evaluar.

“Se consideran conductas del dominio afectivo, las referidas a intereses, actitudes, valores, apreciaciones y modos de adaptación de una persona”. (28)

Para poder evaluar correctamente el dominio afectivo, necesitamos manejar una taxonomía adecuada, como la siguiente: Recepción, Capacidad de respuesta, Valoración, Organización, Caracterización.

### **B.1 Clasificación de las Pruebas para el dominio afectivo**

Las pruebas, test o instrumentos de evaluación del dominio afectivo se pueden agrupar en dos clases:

- Test Estandarizados
- Tests No Estandarizados

**Test No Estandarizados.** Cuya elaboración, administración e interpretación no requiere mayor sofisticación. Con un poco de interés y dedicación pueden estar al alcance de cualquier profesor. Ejemplo: Escalas de Likert.

**Las Escalas de Likert,** son instrumentos que se utilizan para medir la actitud de una persona con respecto a un enunciado. Se da una escala de cinco puntos, con extremas que van del “total acuerdo” al “total desacuerdo”.

---

(28) Ibid. pag. 188 – 190.

## **2.6 MARCO CONCEPTUAL**

El Marco Conceptual que se tuvo en cuenta en el desarrollo del presente trabajo de investigación es el siguiente:

### **1.3.1 Noción de Modelo Científico**

Comprende diversos significados entre los que se puede mencionar:

- a) Representación, sirve para representar la teoría y facilitar la comprensión del hecho.
- b) Ideal, cuando expresa un nivel digno de imitación. Ejemplo: “Juan es un hombre modelo”.
- c) Muestras exactas, expresa un prototipo de lo que se está estudiando.

En ciencia se hace referencia a los modelos científicos que pueden entenderse abarcando las tres significaciones:

Representan la teoría, muestran las condiciones ideales en las que se produce un fenómeno al verificarse una ley o una teoría y por otro lado, constituyen una muestra particular de la explicación general que da la Teoría. El ejemplo típico es el modelo atómico de Bohr, el cual admite la existencia de átomos en la realidad y los concibe como compuestos por un núcleo alrededor del cual giran los electrones en sus respectivos niveles.

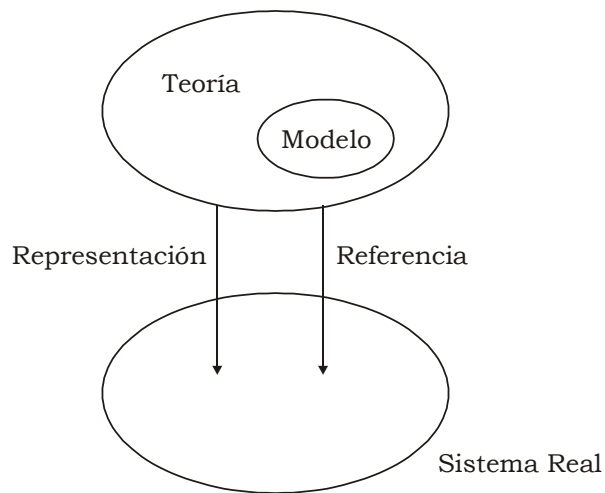
### **1.3.2 Características del Modelo Científico**

Una de las características del modelo es que, a la vez que facilita la comprensión de la teoría, nos muestra sus aspectos importantes. El modelo describe una zona restringida del campo cubierto por la teoría; la teoría incluye modelos y éstos la representan tan justamente mostrando la referencia que hace la teoría a la realidad.

El siguiente esquema de Mario Bunge, nos ilustra lo anterior: <sup>(29)</sup>

---

<sup>(29)</sup> BUNGE, Mario. **La Investigación Científica**. Pag. 420



Los modelos son medios para comprender lo que la teoría intenta explicar; enlazan lo abstracto con lo concreto. Al hacer referencia a lo concreto, el modelo se nos presenta más cercano a la imaginación, y nos ayuda a comprender mejor; y también se nos presenta más cercano a la experiencia. Gracias al modelo, las teorías pueden someterse a comprobación empírica con mayor facilidad.

Si conociéramos toda la realidad podríamos construir un modelo del universo; pero como esto es imposible, nos conformamos con modelos que la representan parcialmente.

Cuando tenemos un modelo que representa un cuerpo de conocimientos, lo comparamos con la realidad mediante la observación y la experimentación. De aquí surge cierto problema que dará lugar a una hipótesis, la cual es ya una posible representación de la realidad. A la hipótesis se le llama modelo básico. Para poder contrastar esa hipótesis construimos un modelo material con el cual podemos experimentar. Es éste el modelo operativo que representa a una hipótesis, no a una teoría. Sirve, en consecuencia, para confirmar la hipótesis. Si las hipótesis son contrastadas se procede a elaborar una teoría y surge así nuevos modelos que nos permiten comprender la teoría y corroborarla con lo que comienza nuevamente el proceso.

De esta manera, gracias a que los modelos nos permiten comprobar las teorías, surgen nuevas preguntas, si las teorías permanecieran siempre a un nivel abstracto no podrían confirmarse ni reajustarse y esto estancaría a la ciencia e impediría plantearnos nuevas preguntas, esto sucede con las teorías factuales ya que las teorías formales no requieren de verificación o comprobación empírica, sino que se bastan por sí mismas estructurándose a base de demostraciones, las cuales son definitivas.

**CUERPO DE CONOCIMIENTOS:**

1. Si es teoría: modelo (en sentido estricto). Si es un conjunto de datos: modelo; simple representación.

Dinamismo  
de la  
ciencia

**PROBLEMA**

Pregunta basada en la observación y experimentación sobre el modelo 1.

**HIPÓTESIS**

2. Modelo básico, respuesta provisional.

**CONTRASTACIÓN DE:**

3. Las hipótesis mediante un modelo operativo.

**LEYES:**

Hipótesis comprobadas.

Empieza de  
nuevo el  
proceso

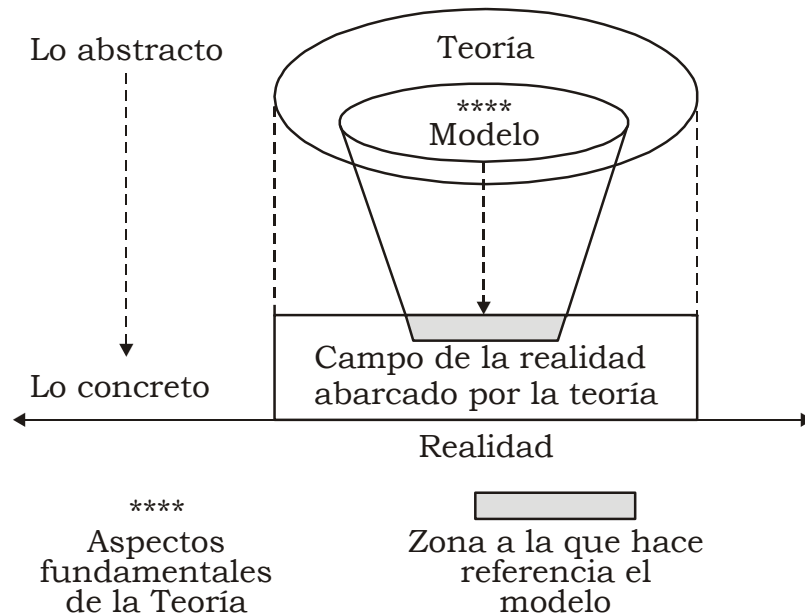
**TEORÍA:**

4. (Sistema de leyes). Modelo (en sentido estricto) para comprobar la teoría.

**Tipos de Modelos**

Cuando decimos que el modelo relaciona lo abstracto con lo concreto, ello no significa que forzosamente el modelo deba ser algo material, visualizable (que se puede ver) y manipulable (que se puede manejar con

las manos). Lo que desea decir es que, de alguna manera, el modelo que se da en un marco teórico general hace referencia a una parte específica de ese campo general. Al especificar la teoría, vamos pasando de lo abstracto a lo concreto, aplicando a lo concreto los aspectos fundamentales proporcionados por la teoría.<sup>(30)</sup>



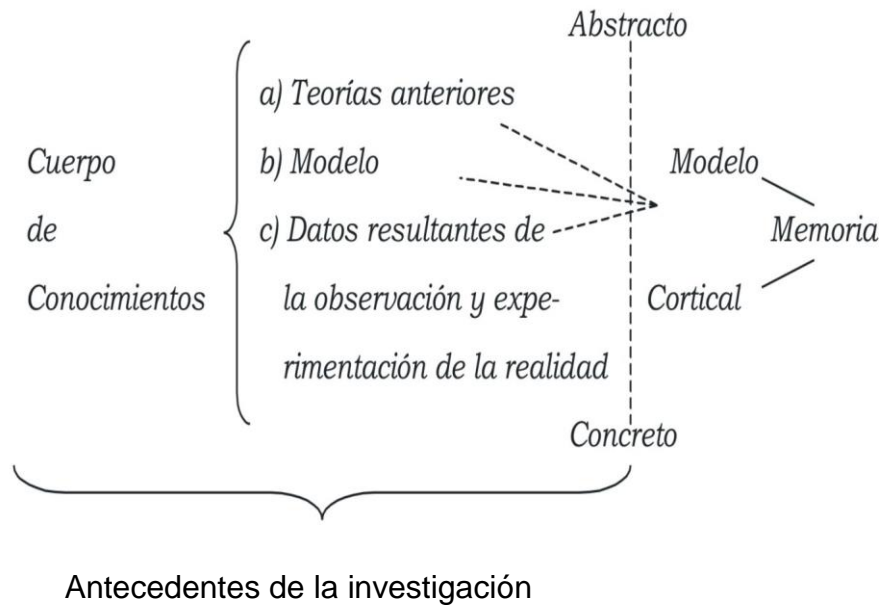
El esquema anterior nos da la idea de que en la ciencia hay diversas clases de modelos que difieren en su grado de abstracción. Por tanto, haremos referencia nuevamente al proceso de investigación.

Cuando comenzamos nuestra investigación a partir de un cuerpo de conocimientos obtenemos un conjunto de datos o informaciones que pueden provenir de la teoría previa o de la realidad misma, o bien del modelo resultante de la teoría referida a esa realidad. Ese conjunto de datos se almacena en la memoria. Posiblemente un hombre común y corriente aglutine esos datos sin orden, pero el científico habituado a ver en aquellos datos alguna evidencia, cierta significación, los almacena con orden.

Este acopio de datos es ya una representación del conjunto de conocimientos con los que se cuenta para que, a partir de ellos, se plantee

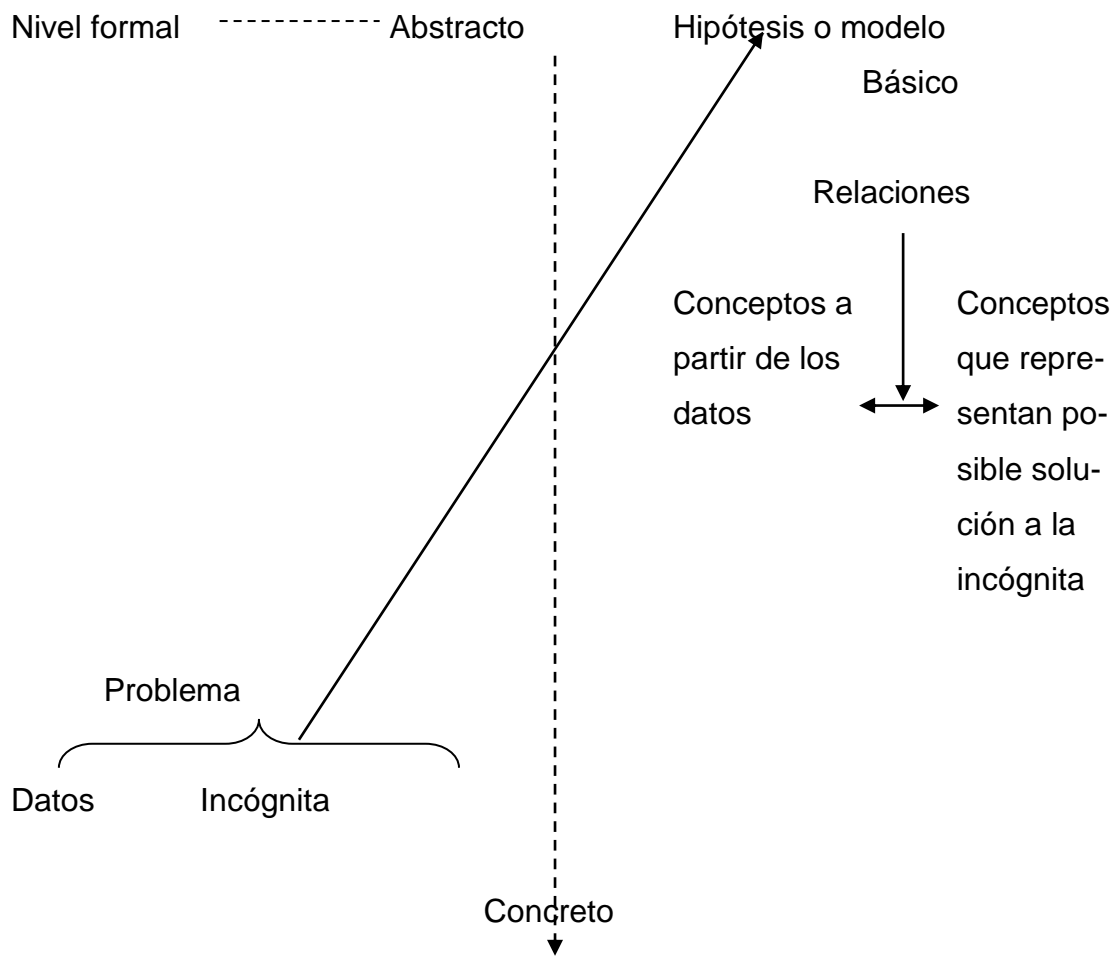
<sup>(30)</sup> YUREM CAMARENA, Teresa. **Leyes, Teorías y Modelos**. Edit. Trillas. México.

el problema. Esto es lo que se llama **modelo cortical**. Este modelo se encuentra a medio camino entre lo abstracto y lo concreto.



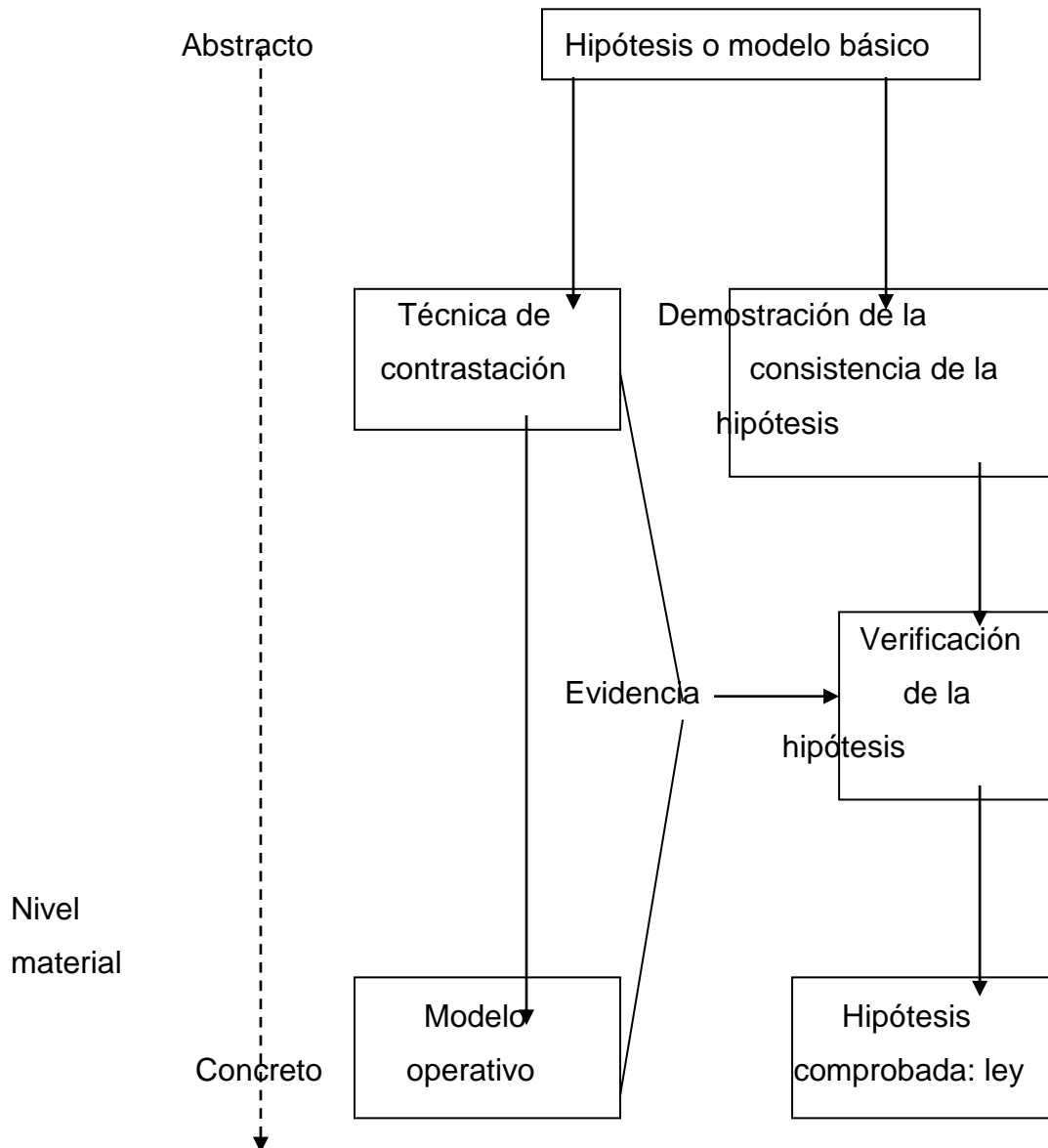
A partir de esto el científico forma conceptos y los sistematiza de tal modo que tengan un orden y una unidad que represente coherentemente el conjunto de datos obtenidos. Después, con este material ya conocido plantea el problema, cuestionando justamente aquello que no conoce (la incógnita). Busca una explicación provisional a esos datos (la hipótesis o modelo básico), y crea conceptos y relaciones que constituyan posibles respuestas a los problemas.

Puesto que el modelo básico se construye a base de conceptos y relaciones, se dice que es un modelo formal por el nivel en el que se da.

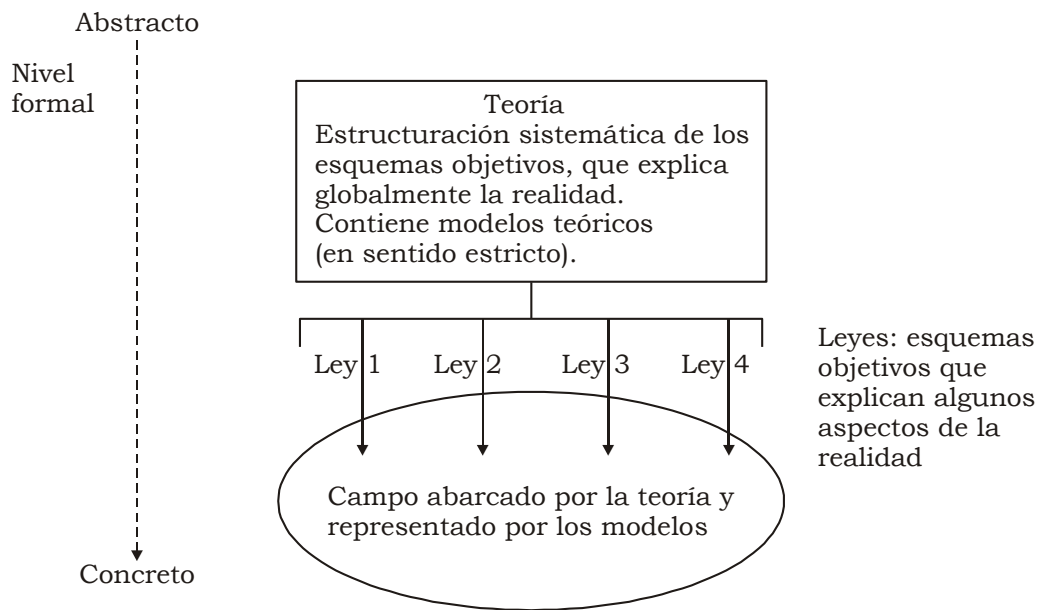


Posteriormente, el científico comprueba la hipótesis y deriva conclusiones mediante reglas lógicas; pero también la verifica mediante la observación y la experimentación. Para ello se requiere un modelo operativo, que debe ser material.





Luego se establecen las leyes a partir de las hipótesis comprobadas, y se estructuran para formar un sistema que da como resultado la teoría. La teoría, es, en sí, una estructura abstracta que representa formalmente la realidad; en consecuencia, los modelos contenidos en la teoría forman también un conjunto de relaciones y conceptos (más complejos que el de la hipótesis); y por tanto, también son modelos formales.



Estos modelos teóricos formales deben expresarse de alguna manera para dar a conocer la teoría que representan y referirla a lo concreto. Un modelo teórico o formal puede ser expresado como:

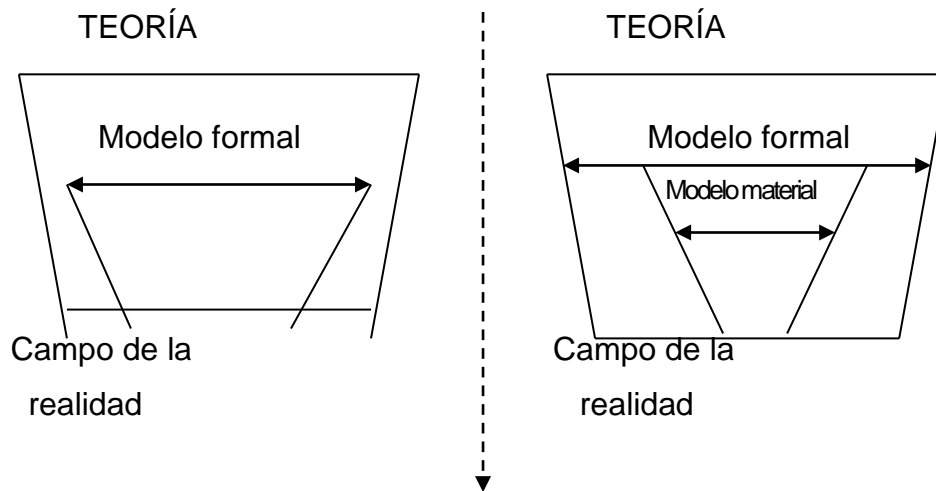
- a) Modelo verbal. Descripción oral o escrita del modelo teórico.
- b) Modelo gráfico. Diagrama o gráfica que describe el modelo (un mapa, un diagrama del átomo).
- c) Modelo matemático. Ecuaciones o relaciones que suministran las presiones cuantitativas del modelo (el teorema de Galileo:  $e = \frac{1}{2} gt^2$  representa su teoría porque se deduce a partir de leyes universales).

### **Modelo Formal y Modelo Material**

He dicho en varias ocasiones que la relación entre teoría y realidad es compleja. Nos encontramos pues, con que las teorías intentan explicar lo perceptible mediante lo que no es perceptible, lo cual nos obliga a interpretar la teoría para poder aplicarla.

La interpretación de la teoría puede realizarse con mayor plenitud cuando esta última se representa con un modelo formal que la explica totalmente y la refiere a una parte de la realidad abarcada por la teoría.

Si un modelo explica ampliamente la teoría, es claro que está en un nivel más abstracto, pues a medida que nos acercamos a lo concreto vamos especificando más y más. Esta limitación hace que el modelo represente parcialmente a la teoría.

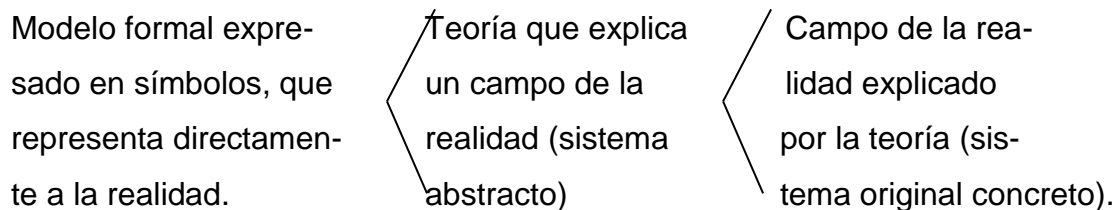


Las teorías pueden ser interpretadas formal o materialmente; aunque resulta claro que si se construye un modelo material, forzosamente estará basado en un modelo formal previamente construido (véase el esquema anterior). El modelo material no representa totalmente la teoría, sino una parte de ella.

Al respecto señalaré algunas características de los modelos formales y materiales que son importantes:

Un modelo formal es la representación de una estructura idealizada (o teoría) que se supone análoga (semejante) a la de un sistema real. Exhibe relaciones entre variables de los fenómenos que intenta explicar, y afirma que estas relaciones formales son semejantes a las que existen en la realidad.

Para poder representar por completo la teoría mediante un modelo formal, el científico hace uso de símbolos que se refieren a la teoría misma directamente, e indirectamente a la realidad misma explicada por la teoría.



La relación entre teoría y realidad es análoga a la que existe entre una partitura musical impresa y la sinfonía correspondiente cuando la toca la orquesta. Los símbolos de la partitura (modelo) guardan una correspondencia unívoca con los sonidos. Las relaciones de los sonidos se desarrollan en el tiempo; los de la partitura, en el espacio; pero la estructura musical es la misma. (El sistema en la partitura es igual al sistema en la realidad; y los símbolos, que en este caso serían las notas gráficamente expresadas, hacen referencia a ambos sistemas).<sup>(31)</sup>

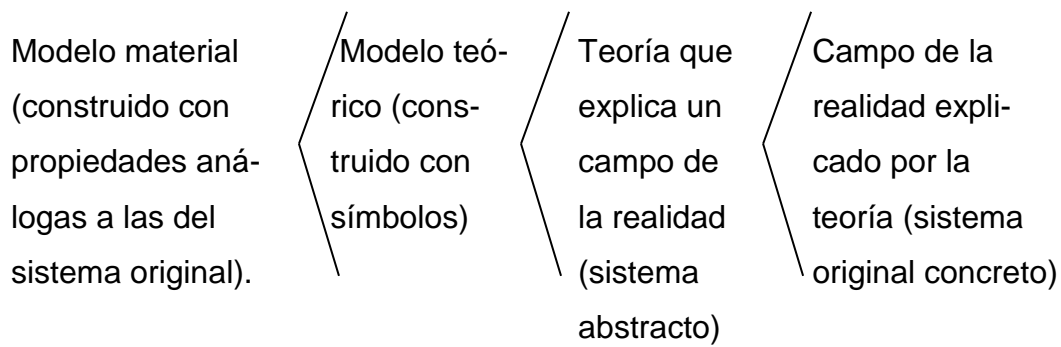
La comprensión de los modelos formales requiere una clase de los símbolos empleados, ya se trate de palabras (como en el modelo verbal, en el que se emplean términos cuya significación debemos comprender), diagramas o gráficas (como un mapa, en el que debemos saber cómo están simbolizados los montes, los ríos, etc.) o ecuaciones (como  $v = e/t$ , en las cuales necesitamos saber que  $v$  significa velocidad,  $s$  distancia y  $t$  tiempo). También necesitamos conocer ciertas reglas para pasar de los símbolos a la realidad, y viceversa.

Un modelo material es la representación parcial de una teoría (que representa a su vez un sistema real).

Tal modelo requiere un modelo formal previo, pero más limitado que el modelo material; no se construye mediante símbolos (cuya significación es universal), sino a base de propiedades semejantes a las que se desean estudiar en el sistema original, que es un sistema concreto.

---

<sup>(31)</sup> ROSENBLUETH, Arturo. **El método científico**. Pag. 72 – 73.



Los modelos materiales son útiles porque permiten la realización de experimentos en condiciones más favorables que los que rigen en el sistema original.

Así por ejemplo, cuando se estudia fisiología humana se encuentra obstáculos en muchos casos, por razones obvias para realizar experimentos en el hombre. Entonces, se recurre al empleo de modelos materiales: animales de especies inferiores como el cerdo, el mono, la rata, el conejo, etc. otra de las ventajas del modelo material radica en que se puede cambiar favorablemente las escalas de espacio y de tiempo.

Para estudiar genética se recurre a especies de un ciclo de vida corto y de reproducción acelerada, como las bacterias, virus, ratas, moscas. De esta manera se modifica la escala del tiempo. Una ventaja más de algunos modelos materiales consiste en que facilitan la observación de los procesos.

Para la construcción de modelos materiales habrá que tomar en consideración lo siguiente:

1. Si el modelo formal que sugiere el empleo de determinado material, es consistente, entonces el modelo material será estéril.
2. Si un modelo material no sugiere ningún experimento realizable, cuyos resultados no se pueden anticipar a partir del modelo formal correspondiente, dicho modelo será superfluo.
3. Si el modelo material o formal en el cual se basa tiene más atributos que el fenómeno al cual se aplica el modelo, no ayuda sino que perjudica.<sup>(32)</sup>

---

<sup>(32)</sup> ROSENLUETH, Arturo. Op. Cit. pag. 72 – 73.

## 1.- **MODELOS ANATÓMICOS**

### 1.1 **Modelo Organológico en la disección del Bufo bufo.**

### 1.2 **Modelo Sistémico en la disección del Bufo bufo.**

## I.- **COMPETENCIAS:**

- Conocer la morfología externa del sapo.
- Observar el automatismo cardíaco, reconociendo los fenómenos de sístole y diástole.
- Aplicando técnicas de disección del sapo identificar los principales aparatos y sistemas: digestivo, respiratorio y urogenital.

## II.- **FUNDAMENTO TEÓRICO**

Sabemos que el **NIVEL DE ORGANIZACIÓN** más complejo es el **NIVEL SISTEMÁTICO**, que se caracteriza por estudiar los órganos constituyentes de los sistemas Biológicos. Para comprender mejor el estudio de este Nivel Biótico, se ha escogido a un organismo pluricelular representativo como es el SAPO "Bufo bufo" (sapo común).

El sapo es un animal de vida semiacuática y terrestre que durante la primavera y el verano se oculta, durante el día en sitios oscuros y húmedos bajo las piedras abandonando estos refugios cuando llueve o al anochecer.

Así mismo se dice que durante la primavera y el verano, los sapos machos cantan en el agua o en sus cercanías para atraer a las hembras; estas acuden orientadas por el canto y en plena laguna tiene lugar el abrazo sexual. A medida que la hembra elimina cientos de óvulos, el macho los fecunda dejando caer el esperma sobre ellos; la larga cinta de huevos queda adherida a las plantas sumergidas, algunos días después se forman los renacuajos.

## III.- **MATERIALES**

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| * Estuche de disección | * Algodón          |
| * Cubeta de disección  | * Cartulina blanca |
| * Tachuelas            | * Chinchas         |
| * Cinta adhesiva       | * Cloroformo       |

- \* Plumones rojo y azul
- \* Éter
- \* Hilo común (de cualquier color)

#### IV.- EXPERIENCIA N° 01: Observación de la anatomía del Sapo

##### Procedimiento

- 1.- Examinar al animal y determinar su sexo, considerando que los machos adultos:
  - a) **CROAN**, cuando se les aprieta suavemente.
  - b) Abrazan, si se les frota en el pecho con los dedos.
  - c) Presentan callosidades nupciales en las palmas de las manos.

La especie en estudio, ¿a qué sexo pertenece?

##### Morfología Externa del Sapo

- 1.- Distinguir en el cuerpo del sapo: la cabeza, el tronco y las extremidades superiores e inferiores.
- 2.- **CABEZA:** Observa la boca, las narinas, los tímpanos y las glándulas paratidoideas, la lengua bífida y algunos detalles de la cavidad bucal. Los ojos, protegidos por los párpados superior e inferior, el primero es grueso y poco móvil, el inferior se prolonga en la Membrana Nictitante transparente.
- 3.- **TRONCO:** Observar la diferente coloración y el aspecto del tegumento en las regiones dorsal y ventral. La presencia del poro cloacal en el extremo posterior.
- 4.- **EXTREMIDADES:** Reconocer los segmentos en cada caso.
 

**SUPERIOR** : Brazo, antebrazo y mano.

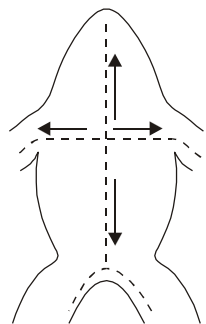
**INFERIOR** : Muslo, pierna y pie.

Cuenta los dedos de la mano y del pie. Observar las membranas interdigitales y si hay callosidades nupciales en las palmas de la mano.

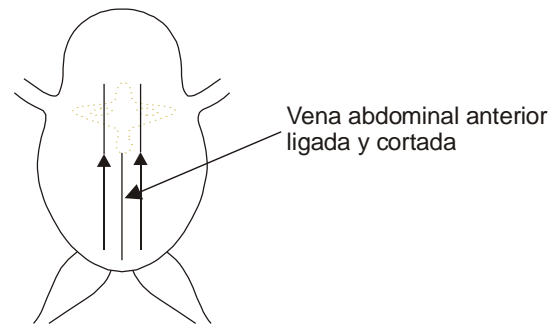
## EXPERIENCIA N° 02: Disección del Buffo buffo

### Procedimiento

- 1.- Colocar el sapo con el dorso hacia arriba y fijar sus extremidades sobre la plancha mediante alfileres y/o tachuelas.
- 2.- Cortar la piel con las tijeras, como se indica en las figuras, fija posteriormente los colgantes de la piel con chinchas sobre la plancha.



**División Corporal  
Parte Ventral**



**Método para abrir  
la cavidad corporal**

- 3.- Observar el esternón en el medio del pecho. Cortar de atrás hacia adelante. Levantar la pared muscular con la pinza y practicar una incisión longitudinal superficialmente para no seccionar la vena abdominal.
- 4.- Reconocer y separar cuidadosamente los órganos de la cavidad del cuerpo y encontrarás planos biológicos como:
  - a) **Plano Superficial o Primer Plano**

Los riñones, las glándulas genitales, en el caso de las hembras, los ovarios bien desarrollados, los cuales se pueden ver en el plano superficial.
  - b) **Plano más Profundo:**

La pared muscular dorsal, en la línea media se ve la columna vertebral, este protege a la Médula Espinal, de la que parten los nervios raquídeos.



#### **5.- Observar el Corazón**

- \* Levantar el pericardio cuidadosamente con la pinza y cortar longitudinalmente para dejar el corazón al descubierto.
- \* Reconocer las aurículas y ventrículo, el bulbo arterial y los vasos sanguíneos principales.
- \* advertir las contracciones rítmicas de las aurículas y del ventrículo y visualizar el seno venoso.

#### **6.- Observar el Sistema Digestivo**

Al efectuar la disección podrás comprobar que los órganos del Sistema Digestivo son los siguientes: boca, faringe, esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, además las glándulas anexas hígado y páncreas.

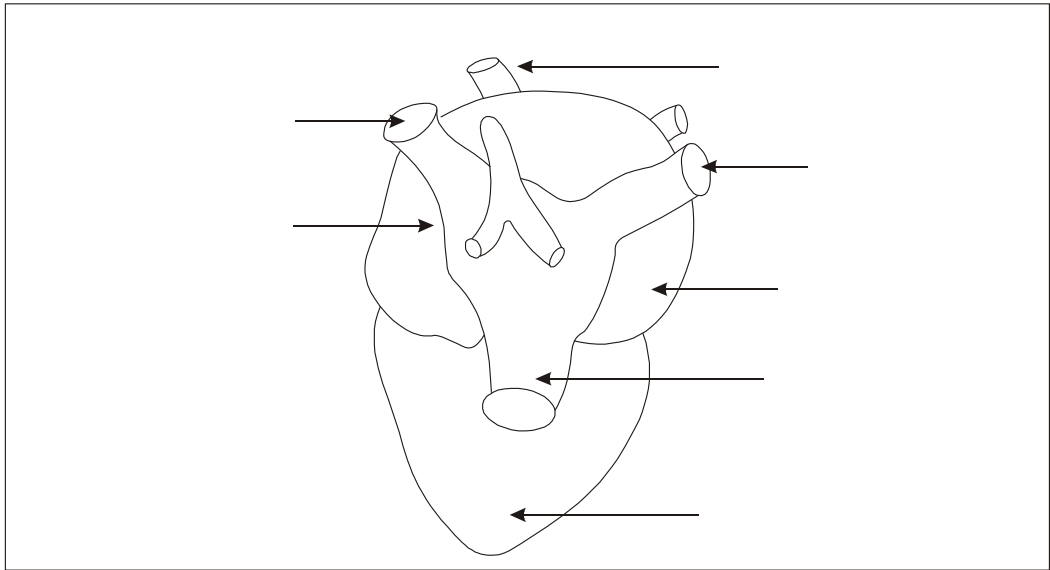
#### **7.- Observar el Sistema Respiratorio**

Eliminar la superficie de los pulmones y reconocer los órganos fundamentales del Sistema Respiratorio, esquematizarlos.

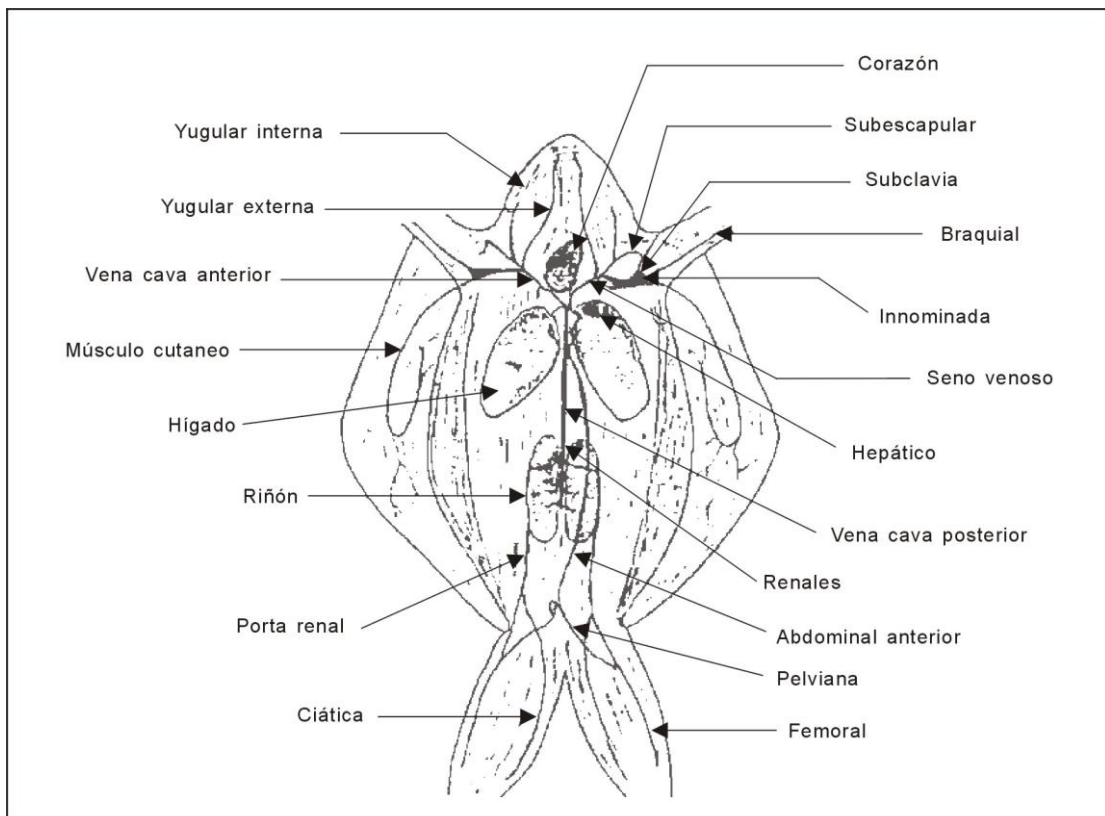
#### **8.- Observar el Sistema Urogenital**

- \* El Sistema Urogenital está integrado por los riñones, los conductos urogenitales y la vejiga, que desemboca en la cloaca.
- \* El macho posee testículos ubicados junto a los riñones.
- \* Las hembras presentan dos ovarios, tienen un aspecto de una gran masa oscura (periodo de reproducción) que ocupa la cavidad abdominal. Observa los oviductos.

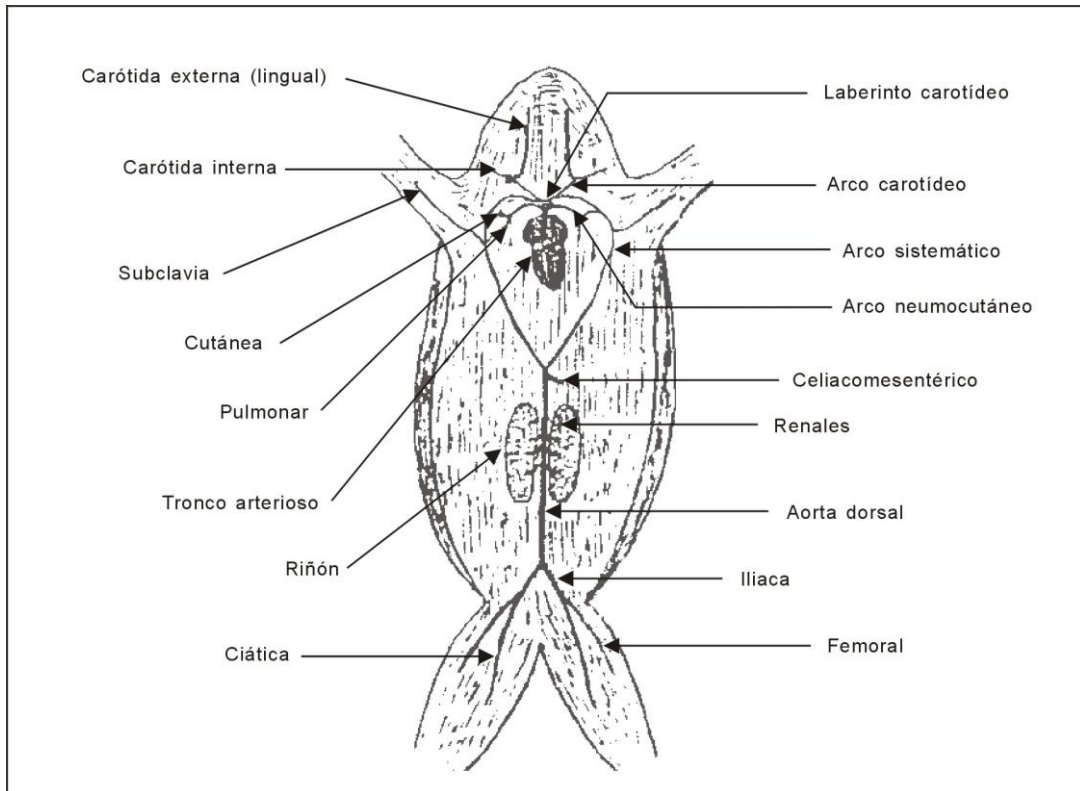
## MODELO ORGANOLÓGICO DEL CORAZÓN



## MODELO DEL SISTEMA NERVIOSO



## MODELO DEL SISTEMA ARTERIAL



## **2.- MODELOS MICROSCÓPICOS**

### **2.1 Modelo celular procariota y eucariota.**

### **2.2 Modelo de membrana y pared celular.**

## **I.- COMPETENCIAS**

- Identificar las partes fundamentales de las células.
- Comparar las características de una célula animal y de una vegetal.
- Analizar cada una de las características y funciones que cumplen las células en los seres vivos.

## **II.- FUNDAMENTO TEÓRICO**

En forma sencilla la célula puede ser descrita como una pequeña masa de protoplasma diferenciada en núcleo y citoplasma. Al ocuparnos de la célula; lo haremos de una manera general, esto es de los aspectos que nos van a servir más adelante para comprender con más claridad la fisiología de los seres.

Se calcula en cien billones de células en el caso del hombre, las que sobreviven gracias a una armonía anatómica y fisiológica.

Existen de las más variadas formas: Así algo esféricas como los eritrocitos, estrelladas como las neuronas, fuciformes como las células musculares esqueléticas, cilíndricas como las células músculo cardíaco, cúbicas como las células que tapizan las glándulas tiroides, etc.

En el caso del hombre y de los seres de niveles superiores existen de los más variados tamaños, como las células del cerebelo que miden décimas de micra siendo las más pequeñas y las células del músculo esquelético o estriado que miden hasta 2 ó 3 centímetros. Considerando la presencia de carioteca se clasifican en procarióticas y eucarióticas.

La célula con sus dos elementos fundamentales, núcleo y citoplasma, constituye la unidad biológica y básica de los seres vivos. Como elemento general de las construcciones biológicas representa el mínimo de estructura necesaria para que

se pueda observar la totalidad de las manifestaciones características de la vida incluyendo la reproducción. Por lo tanto la célula representa el primer nivel en el que puede llevarse a cabo la unidad de un sistema vivo completo.

### **La Teoría Celular**

La idea de que las células son las unidades fundamentales de la vida es parte de la llamada teoría celular. Dos científicos alemanes, el botánico Matias Schleiden, en 1838, y el zoólogo Theodor Schwann, en 1839, fueron los primeros en señalar que las plantas y animales estaban compuestos de grupos de células y que estas eran la unidad básica de los organismos vivos.

Rudolph Virchow, en 1855, amplió esta teoría. Estableció que sólo se formaban células nuevas a partir de una célula preexistente. En otras palabras las células no se forman por generación espontánea a partir de materia sin vida (idea que se había originado en los escritos de Aristóteles y que había perdurado a través de los siglos). En 1880, otro famoso biólogo, August Weismann añadió un importante corolario a lo establecido por Virchow: todas las células que existen actualmente tienen sus orígenes en tiempo ancestrales.

La teoría celular de nuestra época incluye dos ideas:

- 1.- Todos los seres vivos están compuestos de células y productos celulares.
- 2.- Sólo se forman células nuevas a partir de células preexistentes.

Se pueden encontrar evidencias de que las células descienden de células ancestrales al observar las similitudes entre las complejas moléculas de proteína que se observan en todas las células. En diversos organismos que van desde bacterias hasta plantas y animales se encuentra un tipo especial de proteína llamada citocromo. Los citocromos de todas las células no sólo son iguales en estructura, sino que también desempeñan funciones casi idénticas en células de especies completamente distintas. El hecho de que todas las células tengan moléculas similares de tal complejidad indica que las células "modernas" se han originado de un pequeño grupo de células ancestrales.

### III.- MATERIALES POR GRUPO

- \* Pinzas
- \* Placas Petri
- \* Mechero
- \* Verde de Janus
- \* Ajos secos
- \* Zanahoria
- \* Hojas grandes de caucho
- \* Harina de maíz, trigo, arroz, avena
- \* Elodea
- \* Ají amarillo
- \* Sábila

### IV.- PROCEDIMIENTO

#### Experiencia N° 01: Observación de la Estructura de una Célula Animal (Epitelio Bucal)

##### 1.- Procedimiento

- 1.1. Obtener la muestra con la ayuda de un extremo de una lámina, mediante un raspado suave del epitelio bucal.
- 1.2. Sostenga por un extremo una segunda lámina entre los dedos pulgar e índice y forme un ángulo de 45° con la lámina que contiene la muestra. Luego, mueva esta última lámina en una sola dirección para que las células queden esparcidas sobre la otra lámina (frotis).
- 1.3. Secar al medio ambiente la lámina que contiene la muestra durante 5 a 8 minutos.
- 1.4. Cubrir la muestra con azul de metileno durante 5 minutos.
- 1.5. Elimine el exceso de colorante y lave la muestra con agua corriente.
- 1.6. Nuevamente secar la lámina
- 1.7. Cuando la lámina esté completamente seca, examine con el microscopio el frotis preparado, primero con el objetivo de menor aumento y posteriormente con el de mayor aumento.

#### Experiencia N° 02: En Epidermis de Allium Cepa “Cebolla” (utilizando colorante)

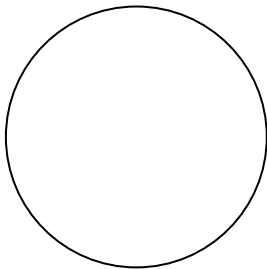
##### 1.- Procedimiento

- 1.1. Coloque una gota de agua en el centro de la lámina.

- 1.2. Realice un pequeño corte a la cebolla y con una pinza desprenda la epidermis de la cara interna o la superficie cóncava de una catáfila de cebolla, la capa epidérmica deberá ser transparente.
- 1.3. Coloque en la lámina el trozo de epidermis de cebolla, no mayor que el diámetro de la gota de agua.
- 1.4. Agregue dos gotas de lugol o safranina.
- 1.5. Extienda cualquier doblez de la epidermis y cubra con una laminilla, sin aplicar presión alguna.
- 1.6. Con papel filtro seque cualquier exceso de líquido que aparezca fuera de la laminilla.
- 1.7. Examine la preparación con el objetivo de menor aumento y posteriormente con el de mayor aumento.

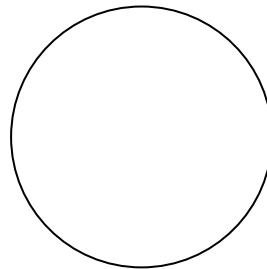
### **GRAFIQUE SUS OBSERVACIONES**

**Menor Aumento**



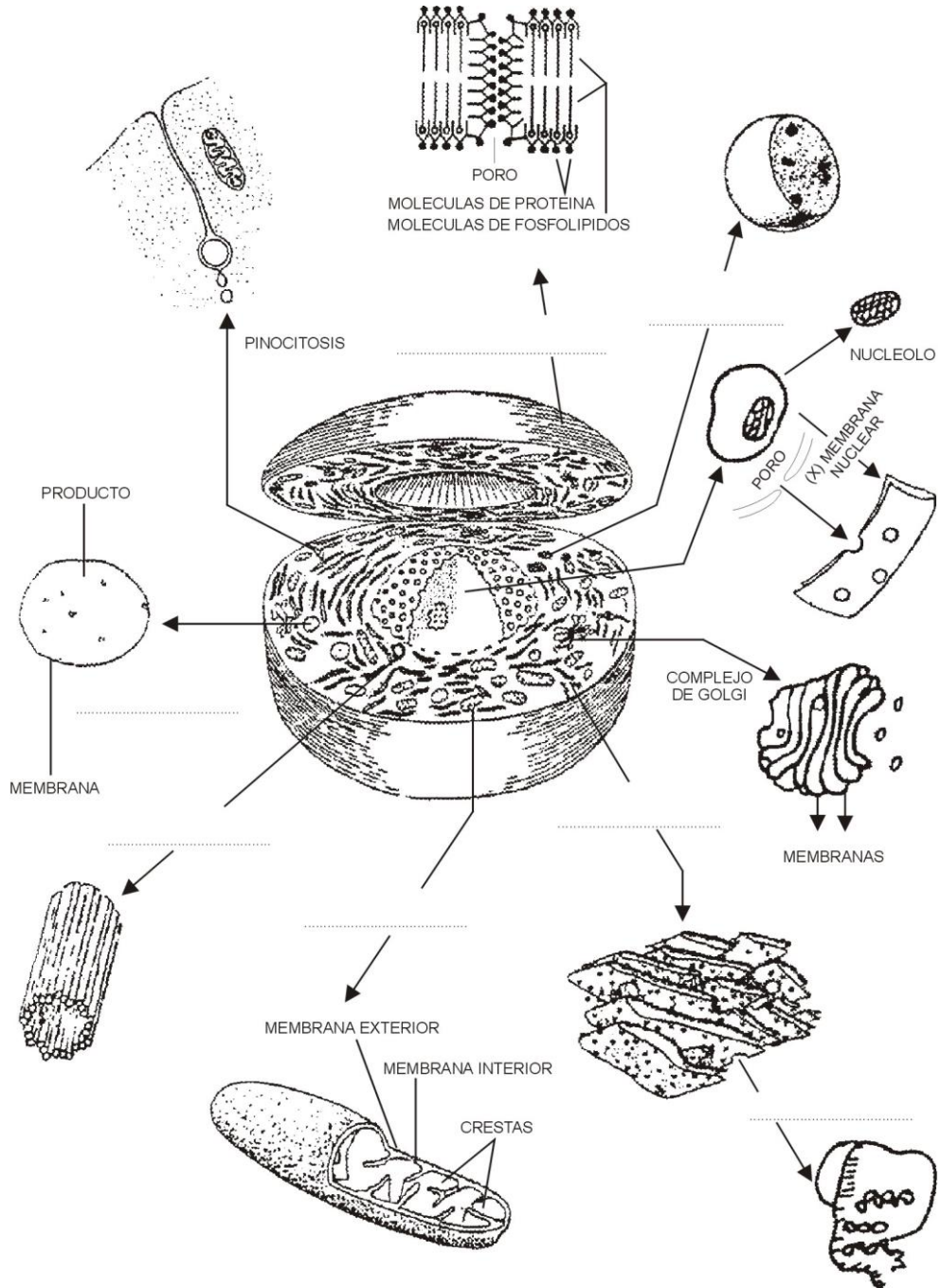
.....

**Mayor Aumento**



.....

# MODELO CELULAR EUCARIÓTICO



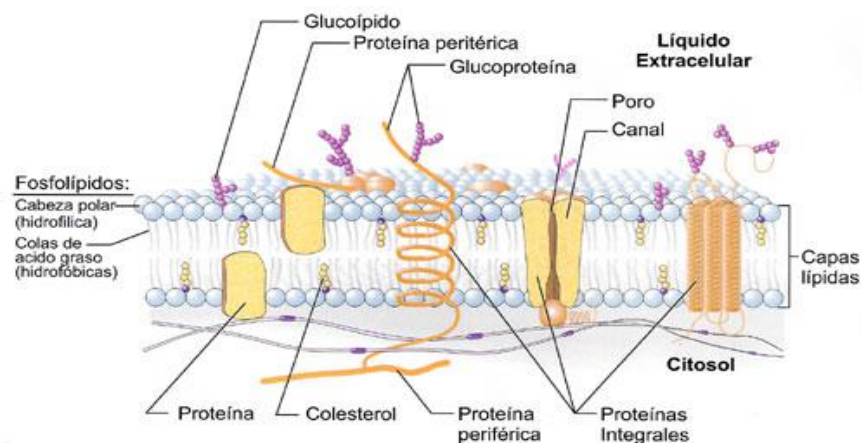


## 2.2 Modelo de membrana biológica según Singer y Nicholson (1970)

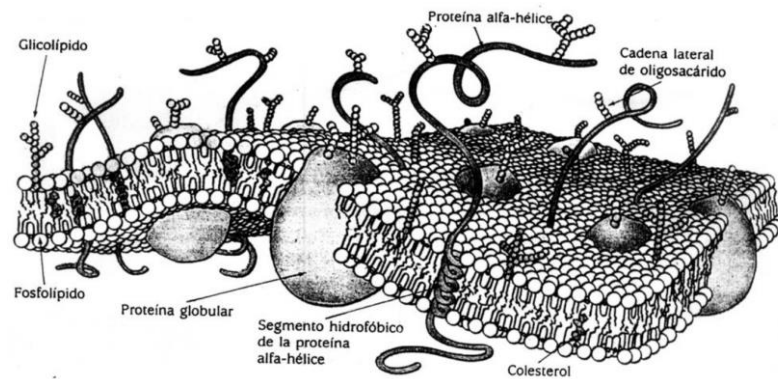
El estudio de la membrana celular se inicia recién en el siglo XVII, y se propone modelos que representen su estructura y composición química entre estos modelos se tiene el de Danielli que propone una membrana celular constituida por una bicapa lipídica y una capa proteica, imitando la composición de un sándwich cuyo contenido estaría constituido por los proteicos y las tapas por los lípidos, modelo que no satisfacía a plenitud el gran trabajo celular, recién en 1975 se propone el modelo que sería aceptado por el mundo científico mediante el cual se explica las múltiples funciones celulares denominados fenómenos de membrana, el modelo rompe en su totalidad el modelo de Danielli, sino, lo modifica en cuanto a la distribución de los diversos compuestos químicos, indicando que las proteínas se encuentran incrustadas en la capa de fosfolípidos y que algunas atraviesan las dos capas permitiendo la comunicación celular interna con el medio extracelular.

Con el nuevo modelo hoy podemos explicar el transporte activo, el transporte pasivo, el transporte facilitado, el fenómeno osmótico, la diálisis, la actividad receptora y antigénico de las células y de igual forma el transporte de iones mediante la bomba de sodio, potasio y calcio.

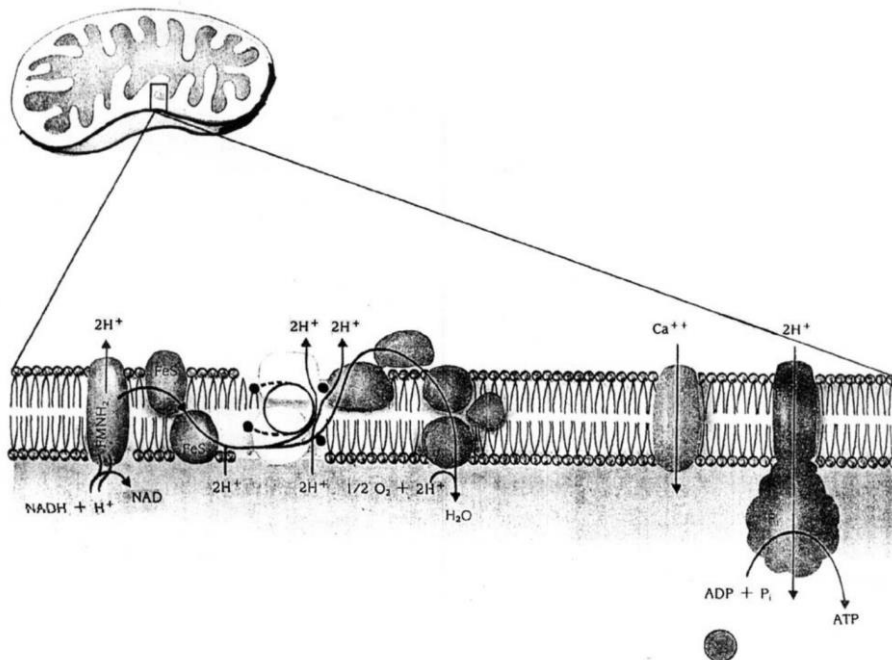
### Modelo del Mosaico fluido (Singer y Nicholson)



## MODELO DE MEMBRANA BIOLÓGICA

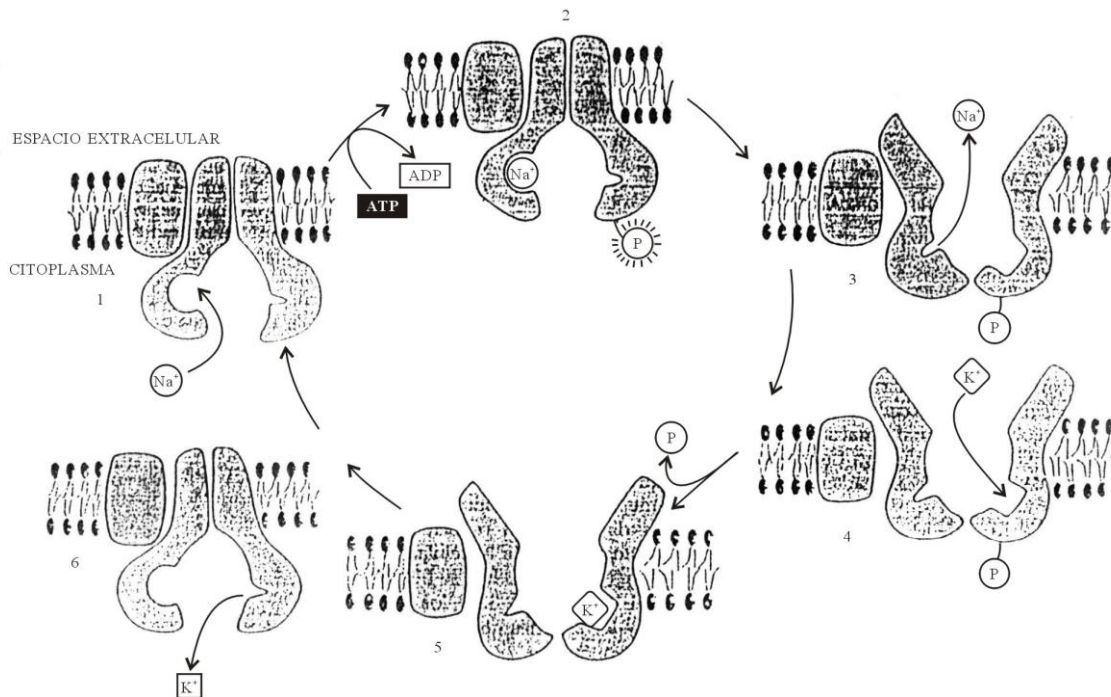


Representación esquemática tridimensional y transversal del modelo del mosaico de proteínas globulares en una matriz de lípidos. (Tomado de S. J. Singer y G. L. Nicholson, *Science*, 175:720, 1972). Nótese los distintos tipos de moléculas asociadas en la bicapa de lípidos y en la proteína representada, propias de la capa exterior o de la capa interior.



Raúl Ondarza: Biología Molecular. Representación de la membrana interna mitocondrial. Para mejor comprensión se muestran dos aspectos, comenzando con una vista esquemática de la mitocondria: y detalles de la membrana interna mitocondrial de la cresta, compuesta de una bicapa de lípidos con proteínas con distintas funciones. Los componentes de la cadena respiratoria se muestran en el extremo izquierdo del dibujo. También se muestra otra proteína como la ATPasa con acción reversible, y la que transporta calcio.

## MODELO DE ACCIÓN DE MEMBRANA EN LA BOMBA DE SODIO Y POTASIO

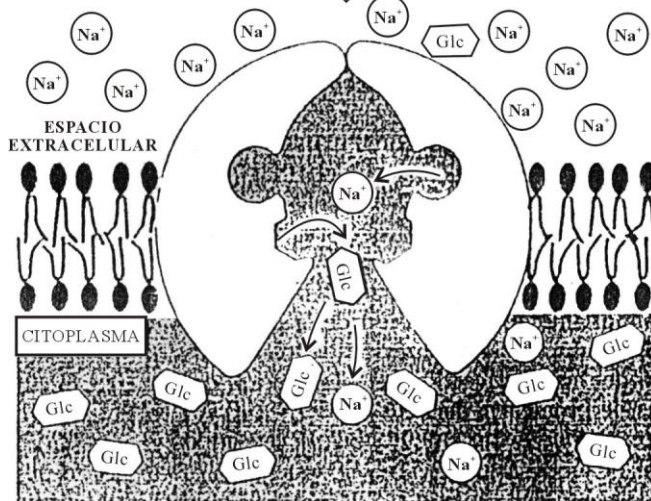
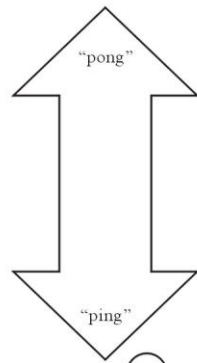
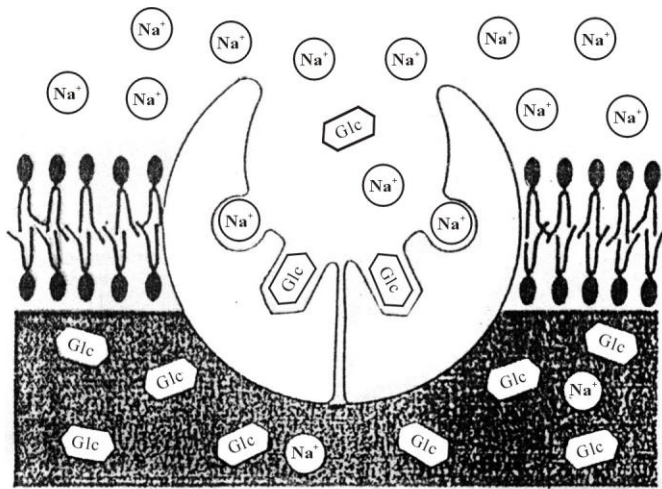


Modelo esquemático de la ATPasa  $\text{Na}^4 - \text{K}$ . La unión del  $\text{Na}^+$  (1) y la posterior fosforilación por ATP (2) en la cara citoplasmática de la ATPasa, inducen a la proteína a cambiar de conformación, que transfiere el  $\text{Na}^+$  a través de la membrana y lo libera al exterior (3). A continuación, la unión de  $\text{K}^+$  sobre la superficie exterior (4) y la consiguiente desfosforilación (5) devuelven a la proteína a su conformación original, transfiriendo el  $\text{K}^+$  a través de la membrana y liberándolo en el citosol (6). Estos cambios de conformación son análogos a las transiciones ping = pong que se muestran en la Figura, a excepción de que en este caso, la fosforilación depende de  $\text{Na}^+$  y la desfosforilación depende

de  $K^+$  de la proteína son las responsables de que las transiciones de conformación tengan lugar de una forma ordenada, permitiendo a la proteína realizar un trabajo útil. A pesar de que, para simplificar, se ha dibujado un solo lugar de unión al  $Na^+$  y un solo lugar de unión al  $K^+$ , en realidad la bomba presenta tres lugares de unión al  $Na^+$  y dos al  $K^+$ .

(Tomado del Libro de Biología Molecular de Bruce Albert).

## MODELO DE TRANSPORTE ACTIVO (BOMBA DE GLUCOSA)



Mecanismo por el cual la bomba de glucosa puede, en principio, estar dirigida por un gradiente de  $\text{Na}^+$ . La bomba oscila aleatoriamente entre dos estados, "pong" y "ping", como ocurre en la Figura 1 a pesar de que el  $\text{Na}^+$  se une tan bien a un estado de la proteína como al otro, la unión del  $\text{Na}^+$  induce una transición alostérica en la proteína que incrementa marcadamente su afinidad por la glucosa. Como que la concentración de  $\text{Na}^+$  es mayor en el espacio extracelular que en el citosol, la glucosa se une mucho más fácilmente al estado "pong" de la bomba; así pues, tanto el  $\text{Na}^+$  como la glucosa entran a la célula (vía transición pong ping) mucho más a menudo de lo que salen de ella (vía transición ping pong). Como resultado de ello, el sistema transporta glucosa y  $\text{Na}^+$  al interior de la célula. Al

generar y mantener el gradiente de  $\text{Na}^+$ , la ATPasa  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  aporta indirectamente la energía para un sistema de transporte acoplado unidireccional ("sym-port") como éste. Por esta razón, los transportadores dirigidos por iones se denominan transportadores activos secundarios mientras que las ATPasas de transporte se denominan transportadores activos primarios.

(Tomado del Libro de Biología Molecular de Bruce Albert).

## MODELO DE TRANSPORTE PASIVO

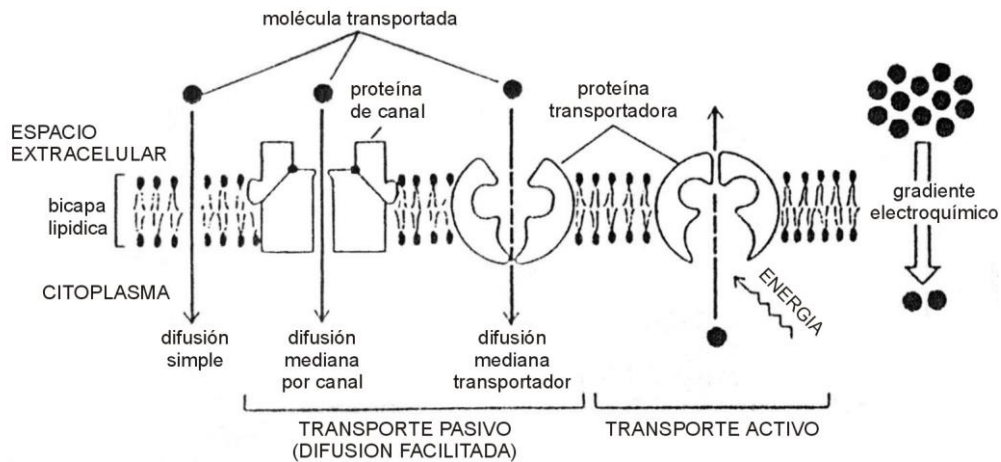
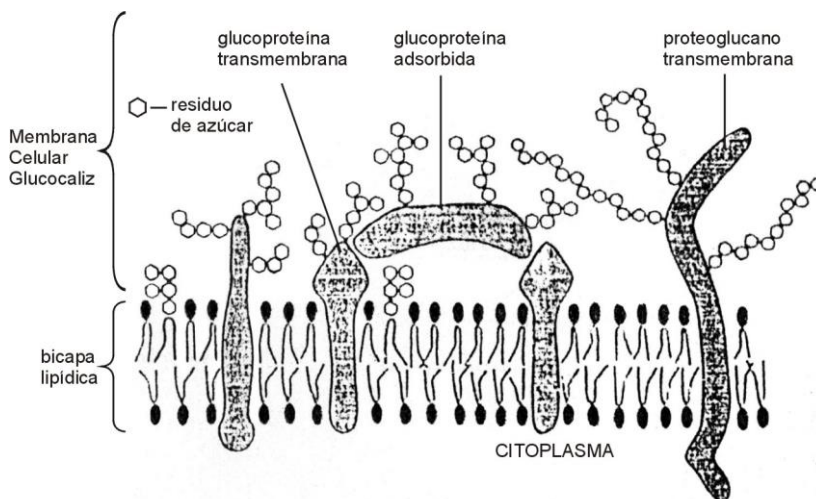


Diagrama esquemático de un transporte pasivo a favor de un gradiente electroquímico y de un transporte activo en contra de un gradiente electroquímico. Mientras que la difusión simple y el transporte pasivo mediados por proteínas de transporte, ocurren espontáneamente, el transporte activo requiere de una entrada de energía metabólica. Únicamente las moléculas no polares y las pequeñas moléculas polares no cargadas, pueden atravesar la bicapa lipídica por difusión simple. La transferencia de otras moléculas polares únicamente tiene lugar a velocidades significativas a través de proteínas transportadoras específicas o de canales proteicos.



Esquema de una cubierta celular (glucocáliz) formada por las cadenas laterales de oligosacáridos de los glucolípidos y de glucoproteínas integrales de membrana, y por cadenas de polisacáridos de proteoglicanos integrales. Además, en algunas células los proteoglicanos y glucoproteínas adsorbidos (no mostrados aquí) contribuyen a la formación del glucocáliz.

Nótese que todos los carbohidratos se hallan en la superficie externa de la membrana. Algunos proteoglicanos y glucoproteínas integrales se hallan unidos covalentemente a fosfatidilinositol en la monocapa exterior de la membrana, a través de un oligosacárido específico.

En la membrana plasmática de todas las células eucariotas, la mayoría de las proteínas que quedan al descubierto sobre la superficie celular y algunas de las moléculas lipídicas de la monocapa lipídica externa tienen cadenas de oligosacáridos unidas covalentemente. Algunas membranas plasmáticas también contienen moléculas integrales de proteoglicanos, en las que varias cadenas de polisacárido se hallan unidas a un núcleo protéico transmembrana o unido a lípidos. Aunque la función de los carbohidratos de la superficie celular todavía no está clara, parece probable que al menos algunos de ellos intervengan en los procesos de reconocimiento célula-célula y célula-matriz.

(Tomado del Libro de Biología Molecular de Bruce Albert).

## **MODELO DE PARED CELULAR EN CÉLULAS GRAM (+) Y GRAM (-)**

### **1.- Fundamento Teórico**

Por medio de este método es posible dividir a las bacterias en dos grandes grupos: Gram positivas y Gram negativas.

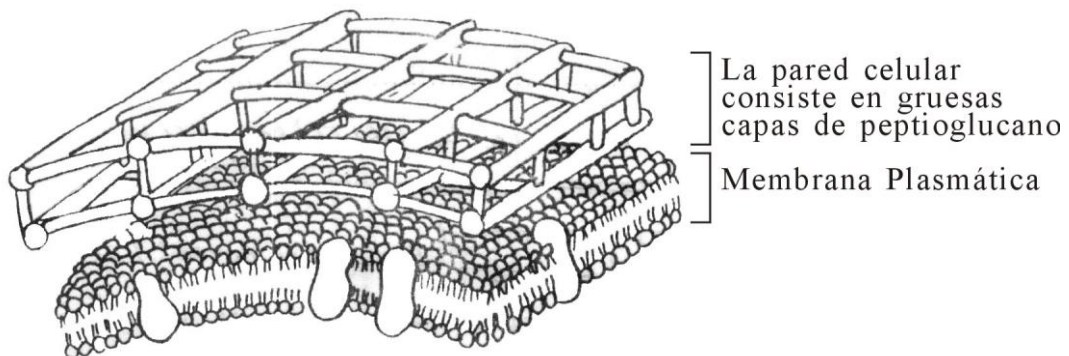
Cuando a las bacterias se les colorea con violeta de genciana o cristal violeta y se les trata con soluciones débiles de yodo (Iugol), todas las bacterias se colorean de púrpura oscuro y al tratarse posteriormente con alcohol acetona, las bacterias Gram positivas retendrán la coloración por más tiempo que las bacterias Gram negativas. Esta diferencia se debe al contenido de lípidos mucho más elevado en las paredes celulares de las bacterias Gram negativas.

En las bacterias Gram negativas el decolorante alcohol acetona elimina rápidamente casi todos los lípidos de la pared celular, liberando así los complejos yodo-tintura que se han formado. Para acentuar la diferencia entre estos dos grupos de bacterias se utiliza otro colorante para colorear las bacterias Gram negativas que hayan cambiado de color, dándoles un contraste.

Las bacterias que retienen la combinación yodo-violeta (color pardo azulado), se les llama Gram positivas; y los que son contrateñidas con el colorante rojo (safranina), reciben el nombre de Gram negativas.

## PROCEDIMIENTO: TECNICA DE COLORACIÓN DE GRAM

- Hacer una fijación del sarro dentario.
- Fijar mediante el calor de un mechero (flameo lento).
- Colocar dos gotas de violeta de genciana (3 minutos).
- Lavar ligeramente con agua corriente.
- Luego agregar 3 gotas de solución de Lugol sobre el preparado (1 minuto).
- Lavar nuevamente con agua corriente.
- Decolorar con alcohol acetona hasta quedar débilmente teñido.
- Agregar tres gotas de safranina (30 segundos).
- Lavar con agua corriente de caño y secar.
- Observar al microscopio: Objetivo de inmersión.

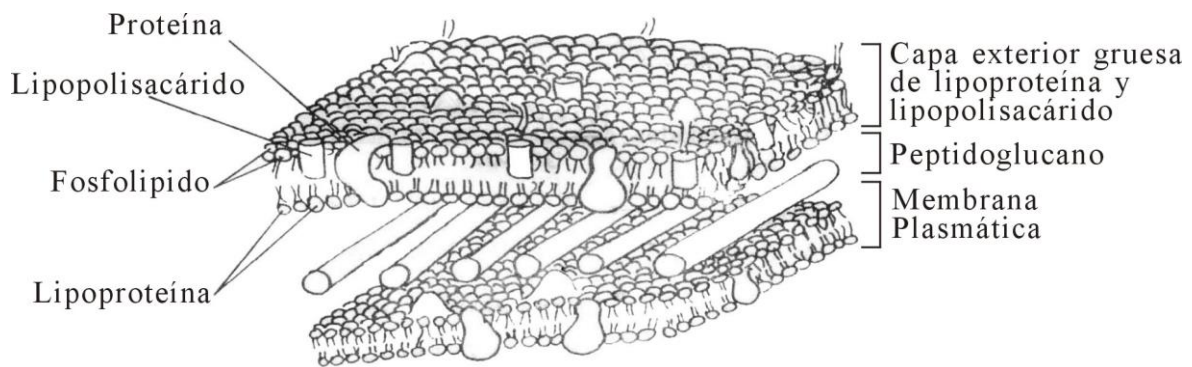


### Pared de células grampositivas

Representación esquemática simplificada de la capa de peptidoglucano de las paredes celulares de las bacterias grampositivas y gramnegativas. Las bacterias gramnegativas tiene una segunda bicada lipídica externa muy parecida a la membrana plasmática.

- No son susceptibles al ataque a la lisozima.
- Susceptibles a la penicilina.





### **Pared de células gramnegativas**

## **3.- MODELOS GENÉTICOS**

### **3.1 Modelo del código genético y la síntesis de proteínas.**

### **3.2 Modelo del cariotipo humano.**

## **I.- COMPETENCIAS**

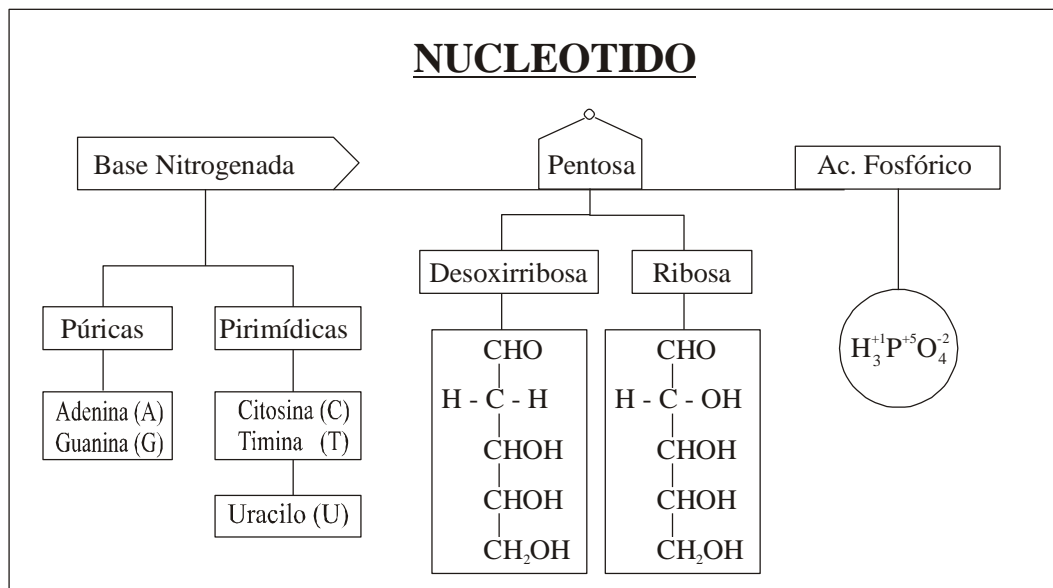
- Fomentar en el alumno el interés por temas de actualidad.
- Comprender el proceso de síntesis de las proteínas.
- Determinar la importancia y aplicación del Código Genético.

## **II.- INTRODUCCIÓN**

La síntesis de una determinada proteína requiere la agrupación de aminoácidos especiales en una cadena particular. La información que especifica los tipos de aminoácidos y la secuencia en la cual estos tipos se ordenan en la molécula, es llevada en forma codificada por el RNAm a partir del DNA ya que en los ribosomas éste RNAm se traduce en moléculas de proteínas, todo este proceso se realiza con la participación activa de enzimas especiales denominadas nucleasas.

El DNA químicamente es un polímero polinucleótido de alto peso molecular, cuyas unidades son los NUCLEÓTIDOS; el DNA presenta timina y no

tiene uracilo, en su estructura se presenta un azúcar pentosa denominada desoxirribosa a diferencia del RNA que presenta una ribosa.



Se encuentran en los cromosomas celulares y estructuran la química del GEN, la sucesión y orden alternativo de Bases Nitrogenadas en el Polinucleótido determinar el CODIGO GENÉTICO.

### III.- MATERIAL

- 9 naipes de cada base nitrogenada (AGUC)
- 6 naipes: 2 de quimotripsina, 2 de tripsina y 2 de exopeptidasas
- 14 naipes en blanco
- 1 código genético

### IV.- PROCEDIMIENTO

Vamos a formar cadena de proteínas uniendo aminoácidos según los codones que aparezcan, necesitamos grupos de 5 jugadores.

- Los naipes de las bases nitrogenadas serán repartidos entre 3 jugadores, recibiendo cada uno 12 naipes al azar (jugador N° 1, N° 2 y N° 3).
- Una tabla de codones (Código Genético) con los aminoácidos específicos, será utilizada por el 4° jugador. (Cuadros A, B y C)
- Una baraja de 20 naipes: 6 con los agentes bloqueadores de la síntesis y 14 naipes en blanco usará el jugador N° 5.

**El juego se inicia del siguiente modo:**

- 1) Cada grupo de 5 alumnos nombrará a un compañero, el mismo que pasará a otro grupo en calidad de Juez y será el jugador N° 1.
- 2) Los jugadores que tienen las bases nitrogenadas barajarán sus cartas y al azar el jugador N° 1, depositará la primera que corresponde a una base nitrogenada; lo mismo harán los otros dos jugadores, formándose el primer triplete, por ejm. AUG (ver tabla del código genético). (Cuadros A, B y C).
- 3) El jugador número 4 anotará en la hoja adjunta (Cuadro G) el número de jugada, codón, anticodón, aminoácido, número de aminácidos en cadena, agente y acción del juego.
- 4) El 5º jugador sacará al azar un naipe de su baraja, si es en blanco, el juego continúa, si corresponde a los compuestos mencionados anteriormente (quimotripsina, tripsina, etc.), cumplirá lo que indica el naipe de acuerdo al cuadro (E) adjunto.
- 5) Si la cadena ha sido cortada, en la siguiente jugada deberá iniciarse otra cadena. Se continuará con la numeración de la jugada que prosigue.
- 6) Se realizará un total de 60 a 100 jugadas (depende del profesor). El grupo ganador será el que forme la cadena más larga de proteínas.
- 7) Cada grupo a su vez hará del análisis de la cadena más larga que logró formar. (Cuadro D)
- 8) Determine en el cuadro (F) los (a.a.), el (P.M.) y la naturaleza química de la proteína.

## MODELO DE SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

La importancia del análisis bioquímica del proceso de síntesis de proteínas es esencial para todo estudiante de biología toda vez que permite la comprensión y explicación de mines de procesos que se resucitan en la célula por acción de las enzimas y de igual forma su participación en la actividad genética mediante las historias.

Durante los inicios de la bioquímica la proteína era la niña bonita de todo científico comprometido con esta rama, siendo LINUS Paulin la autoridad científica en proteínas, tanto que se creía que eran la proteína la responsable de la transmisión hereditaria error que perduro casi una centuria, alcanzando el estudio del tema casi el máximo de su conocimiento hasta alcanzar explicar su proceso secreto que es la clave para sui síntesis ,siendo la llave angular el Desciframiento del Código Genético por el joven científico ruso Nieremberg.

Determinándose el mejor modelo propuesto para relacionar lo posiblemente abstracto con la realidad formal.

Actualmente se considera el siguiente MODELO CIENTIFICO para explicar la síntesis de proteínas:

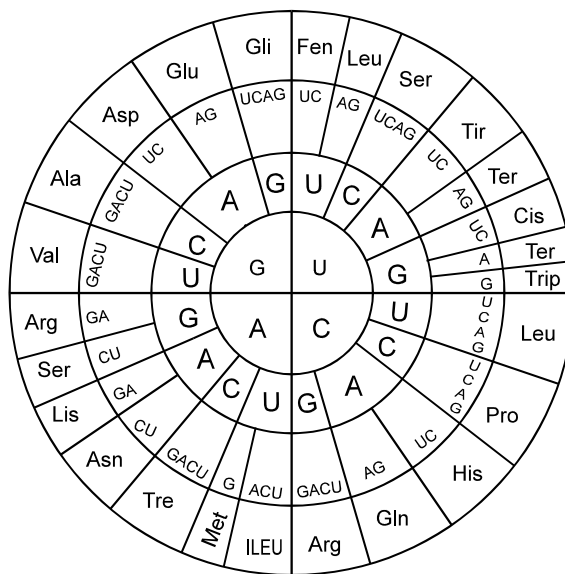
**ADN .....    ARN    ..... Aminoácidos .....    Polipeptidos**

	3´	A A C C G T C A G T C G T A T A C A T C A T C G	5´
ADN			
	5´	T T G G C A G T C A G C A T A T G T A G T A G C	3´
ARNm	3´	A A C C G U C A G U C G U A U A C A U C A U C G	5´
ARN t		U U G C C A G U C A G C A U A U G U A G U A G C	
ARN r		U U G   C C A   G U C   A G C   A U A   U G U   A G U   A G C	

## Aminoácidos

### MODELO DE REPRESENTACIÓN CIRCULAR DEL CÓDIGO GENÉTICO

(Cuadro A)



El esquema que se presenta es una representación sorprendentemente racional del código del ARNm. La lectura de los codones es del centro hacia la periferia. Ejem. AAG corresponde a LIS, ACU corresponde a SER, etc., LIS y SER corresponden a los codones de terminación.

**MODELO DE REPRESENTACIÓN RECTANGULAR DEL CÓDIGO GENÉTICO  
(Cuadro B)**

1º posición (extremo 5') ↓	U	2º posición		G	3º posición (extremo 3') ↓
		C	A		
U	Fen Fen Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tir Tir Stop Stop	Cis Cis Stop Tri	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	ileu ileu ileu Met	Tre Tre Tre Tre	Asn Asn Lis Lis	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gli Gli Gli Gli	U C A G

**Cuadro C : \* Completar los codones correspondientes a cada uno de los aminoácidos según el ejemplo:**

Aminoácidos y sus símbolos			Codones			
A	Ala	Alanina	GCU	GCC	GCA	GCG
C	Cis	Cisteína	UGU	UGC		
D	Asp	Acido aspártico				
E	Glu	Acido glutámico				
F	Fen	Fenilalanina	UUU	UUC		
G	Gli	Glicina	GGU	GGC	GGA	GGG
H	His	Histidina				
I	ileu	Isoleucina				
K	Lis	Lisina				
L	Leu	Leucina				
M	met	Metionina				
N	Asn	Asparagina				
P	Pro	Prolina				
Q	Gln	Glutamina				
R	Arg	Arginina				
S	Ser	Serina				
T	Tre	Treonina				
V	Val	Valina				
W	Tri	Triptófano				
Y	Tir	Tirosina				

**Cuadro D : CARACTERISTICAS DE LOS AMINOACIDOS**

a.a.	SIMBOLO	P.M.	PROPIEDAD
Glicina	Gli	75	Neutra hidrofílica
Alanina	ala	89	Neutra hidrofílica
Valina	Val	117	Neutra hidrofílica
Leucina	Leu	131	Neutra hidrofóbica
Isoleucina	Ileu	131	Neutra hidrofóbica
Serina	Ser	105	Neutra hidrofóbica
Treonina	Thr	119	Neutra hidrofílica
Cisteína	Cys	121	Neutra hidrofílica
Metionina	Met	149	Neutra hidrofílica
Acido Aspártico	Asp	123	Acida hidrofílica
Asparagina	Asn	132	Acida hidrofílica
Acido Glutámico	Glu	147	Acida hidrofílica
Glutamina	Gln	146	Acida hidrofílica
Arginina	Arg	174	Básica hidrofílica
Lisina	Lys	146	Básica hidrofílica
Histidina	His	155	Básica hidrofílica
Fenilalanina	Fen	165	Neutra hidrofóbica
Tirosina	Tyr	181	Neutra hidrofóbica
Triptófano	Trp	204	Neutra hidrofóbica
Prolina	Pro	115	Neutra hidrofílica

### Cuadro E: AGENTES Y SUS CARACTERÍSTICAS

AGENTE	CARACTERISTICAS	ACCION EN EL JUEGO
TRIPSINA	Enzima proteolítica que ataca uniones: Arg-X y Lis-X (siendo X cualquier aminoácido menos la prolina). No ataca aminoácidos terminales y se requiere que la cadena tenga por lo menos 5 aminoácidos.	Se corta la cadena
QUIMOTRIPSINA	Enzima proteolítica que ataca uniones Tre-X, Tir-X y Fen-X (siendo X cualquier aminoácido menos la prolina). No ataca aminoácidos terminales y se requiere que la cadena tenga por lo menos 5 aminoácidos.	Se corta la cadena
EXOPEPTIDASA	Enzima que ataca el aminoácido terminal y lo separa de la proteína.	Se descuenta un aminoácido y continúa el juego.

### Cuadro F

Nº Jugada	CODON			ANTICODON	AMINOACIDO	Nº a.a. EN CADENA	AGENTE	ACCION DEL JUEGO
	1	2	3					



### 3.2 Modelo del cariotipo humano.

#### I.- COMPETENCIAS

- Identificación y clasificación de los cromosomas humanos.
- Ordenar a los cromosomas siguiendo algunos parámetros.
- Determinar la importancia del cariotipo humano.

#### II.- INTRODUCCIÓN

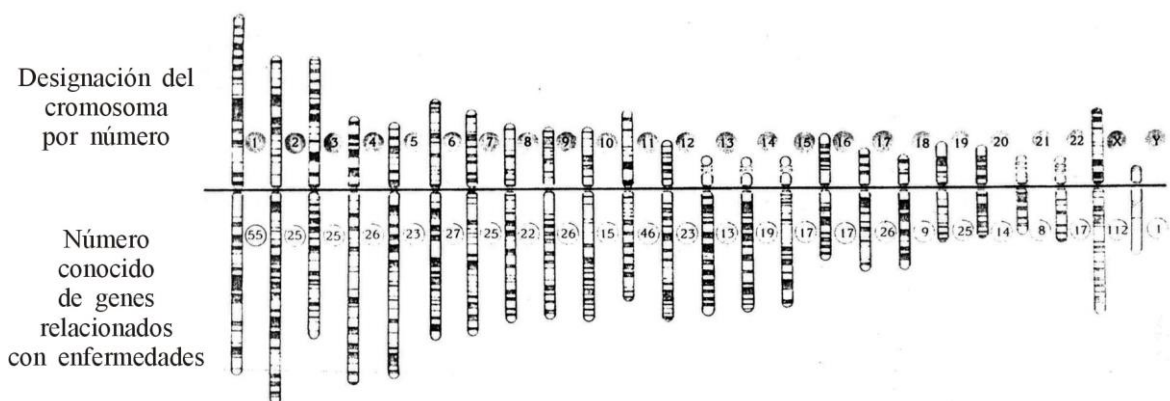
En todas las células de un organismo, salvo en casos especiales, existe siempre un número constante de cromosomas, y esta afirmación es válida para todos los organismos de la misma especie. El número de cromosomas es por lo tanto un dato valioso para la determinación de la especie. Así por ejemplo:

Material procedente de :	Número de cromosomas	Picogramos ( $10^{-12}$ g)
Bacteriológico T2	1	0.0002
<i>Escherichia coli</i>	1	0.01
Hongo: <i>Neurospora crassa</i>	7	---
Espongiario:		
<i>Scypha ciliatum</i> (esponja marina)	13	0.06
Celenterado:		
(Ejemplo: corales)	---	0.3
Equinodermo:		
<i>Arbacia punctulasa</i> (erizo de mar)	20	0.9
Artrópodo:		
<i>Drosophila melanogaster</i> (mosca de la fruta)	4	---
Teleósteo:		
<i>Cyprinus carpio</i> (carpa)	52	0.5 - 1.5
Ave:		
<i>Callus domesticus</i> (gallo)	39	1.0 - 2.0
Quelonio:		
<i>Emys orbicularis</i> (tortuga)	25	2.5
Mamífero:		
<i>Homo sapiens</i> (hombre)	23	2.9 - 3.2
Anfibio:		
<i>Rana catesbiana</i> (rana)	13	7.5
Peces:		
<i>Dipneos</i>	---	50
<i>Amphiurna</i> (anguila degenerada)	---	84

Los datos del contenido de ADN fueron tomados de Sinsheimer, R., *Science*, 125, 1123, 1957

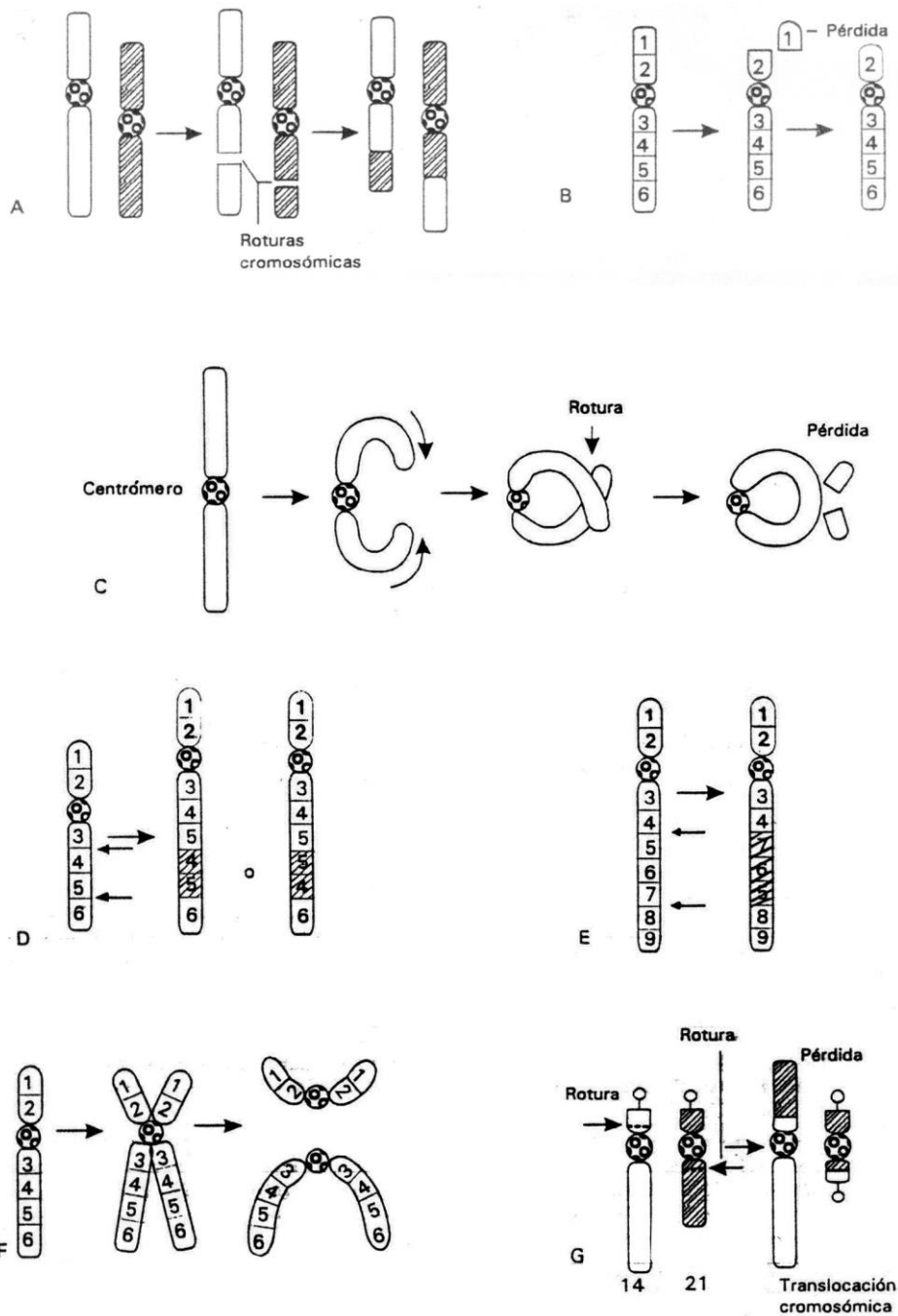
Cuando se examina la forma y el tamaño de los cromosomas en las células somáticas, esto es en las células diploides, se observa que existen un número de cromosomas homólogos de los cuales la mitad son de origen paterno y la otra mitad de origen materno. Se puede observar que existe un par que difiere entre si morfológicamente, nos referimos al par sexual X e Y, en algunos casos no existe el cromosoma Y, por lo tanto el número de cromosomas en uno de los sexos es impar, en otros casos se presenta trisomía en algunos de los pares de los cromosomas somáticos, tal es el caso del Síndrome de Down. Entre otras alteraciones se caracteriza la de klinefelter, síndrome del grito de gato, síndrome de Turner.

La presentación del número básico de una especie se hace mediante el cariotipo, que es el conjunto de cromosomas tomando en cuenta: forma, número y tamaño de los mismos.



Para los individuos de una misma especie la forma de los cromosomas es constante, las diferencias observadas son debidas a mutaciones cromosómicas. De tal manera que gracias al estudio sistemático del cariotipo, podemos establecer relaciones evolutivas y taxonómicas entre especies de un mismo grupo, establecer el mecanismo de determinación para detectar alteraciones cromosómicas, su origen y naturaleza.

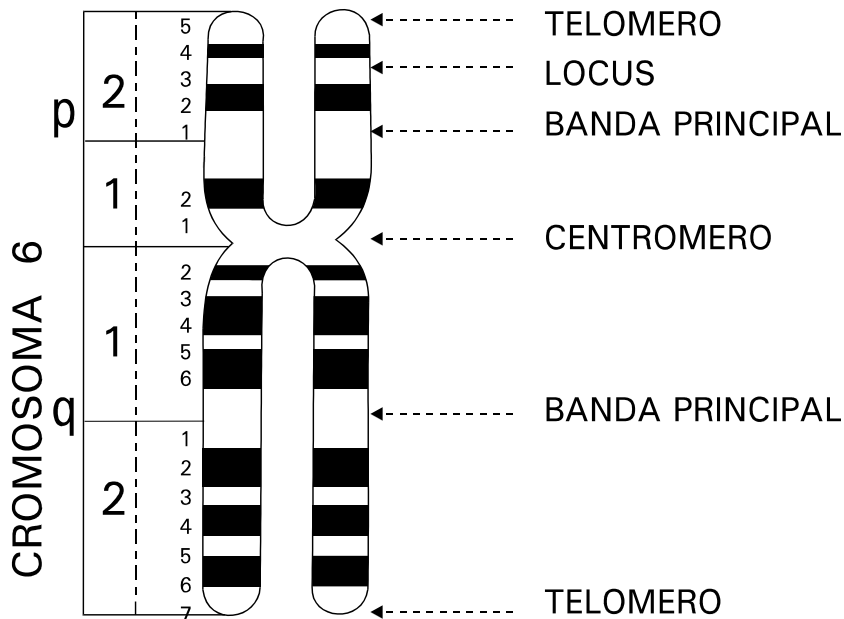
## MODELOS DE ALTERACIONES CROMOSÓMICAS



Diagramas de las anomalías estructurales de los cromosomas. A, translocación recíproca. B, eliminación terminal. C, anular. D, duplicación. E, inversión paracéntrica. F, isocromosoma. G, translocación robertsoniana.

En todas las células de un organismo, salvo en casos especiales, existe siempre un número constante de cromosomas, y esta afirmación es válida para todos los organismos de la misma especie. El número de cromosomas es por lo tanto un dato valioso para la determinación de la especie.

### MODELO DE LA ESTRUCTURA DE UN CROMOSOMA



**BRAZO**  
**REGION**  
**BANDA**

Nomenclatura establecida en la conferencia de París (1971) para identificar regiones y bandas en un cromosoma. (p) brazo corto; (q) brazo largo, locus es la región donde se localiza el GEN.

- GRUPO A:** Tres pares de cromosomas; el primero es metacéntrico, el segundo submetacéntrico y el tercero metacéntrico.
- GRUPO B:** Dos pares; el cuarto y quinto par submetacéntricos.
- GRUPO C:** El más numeroso, son observados 15 en el hombre y 16 en la mujer, ya que el cromosoma X también se agrupa aquí.
- GRUPO D:** Pares 13, 14, 15; todos son acrocéntricos de tamaño medio, con satélites visibles en los brazos cortos.
- GRUPO E:** Tres pares de cromosomas. El par 16 es metacéntrico, los pares 17 y 18 son submetacéntricos. El par 17 tiene los brazos cortos ligeramente mayores que los del par 18.

**GRUPO F:** Pares 19 y 20, son los más pequeños de los metacéntricos.

**GRUPO G:** Cuatro cromosomas en la mujer y cinco en el hombre debido a la presencia del cromosoma Y. Son los más pequeños acrocéntricos.

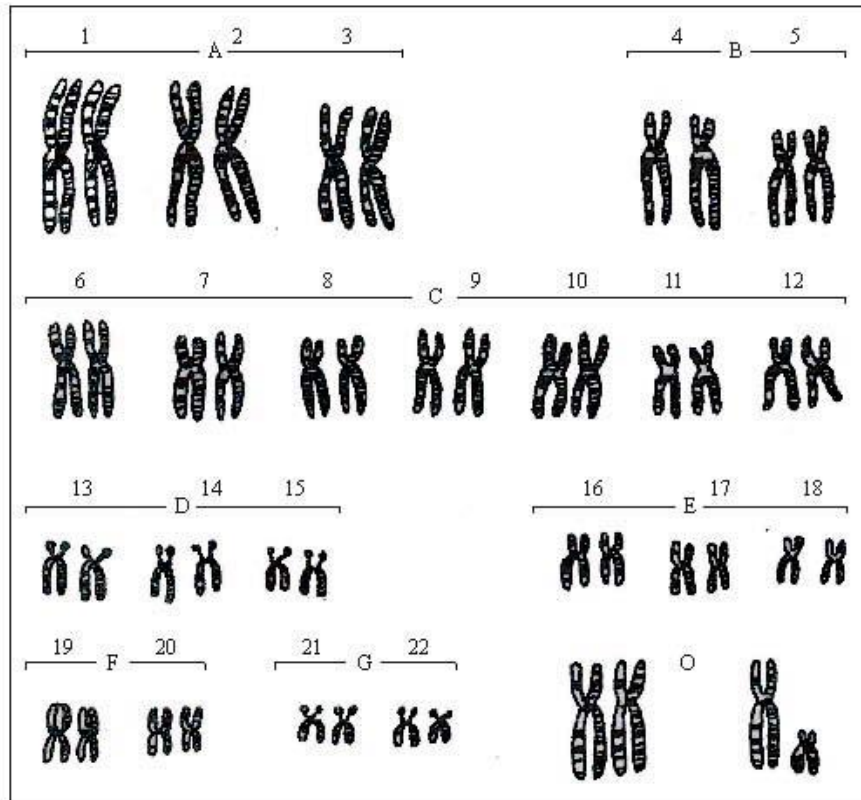
### III.- MATERIAL

- Fotografías de cromosomas en metafase
- Tijera
- Lápiz
- Regla
- Compás de dos puntas
- Goma

### IV.- PROCEDIMIENTO

- En la fotografía de los cromosomas humanos, mida con la ayuda de un compás o regla milimetrada cada uno de los 46 cromosomas.
- Por las medidas obtenidas y por la posición del centrómero reconozca los pares homólogos.
- Anote cerca a cada uno de los cromosomas los pares correspondientes, tomando como referencia el cariograma que se encuentra en la hoja adjunta.
- Recortar los cromosomas por su contorno y nuevamente anote el par correspondiente, en el reverso.
- Pegar en la hoja adjunta (cariograma), de acuerdo a la clasificación.

#### IV.- MODELO DE CLASIFICACIÓN DE LOS CROMOSOMAS



## **4.- MODELOS MOLECULARES**

### **4.1 Modelo de la doble hélice de Watson y Crick.**

### **4.2 Modelo de la replicación, transcripción y traducción del ADN y ARN.**

La presente práctica se puede realizar perfectamente en un centro de enseñanza media donde es frecuente que no se disponga de aparatos o reactivos sofisticados.

## **I.- COMPETENCIAS**

- Identificar los componentes moleculares del ADN y ARN.
- Comprender los procesos de replicación, transcripción y traducción del ADN y ARN.
- Determinar la importancia y aplicación del ADN y ARN.

## **II.- MATERIAL Y REACTIVOS**

Muestra hígado de pollo

Agua (destilada o mineral)

Sal de mesa

Bicarbonato sódico

Detergente líquido o champú de bebé incoloro

Alcohol isoamílico a 0°.

Colador o centrífuga.

Tubo de ensayo

Varilla fina.

## **III.- FUNDAMENTO**

La extracción de ADN de una muestra celular se basa en el hecho de que los iones salinos son atraídos hacia las cargas negativas del ADN, permitiendo su disolución y posterior extracción de la célula. Se empieza por lisar (romper) las células mediante la acción mecánica y luego por un detergente, vaciándose su contenido molecular en una disolución tampón en la que se disuelve el ADN. En ese momento, la mezcla contiene ADN y todo un surtido de restos moleculares: ARN, carbohidratos, proteínas y

otras sustancias en menor proporción. Sólo queda, por tanto, extraer el ADN de esa mezcla para lo cual se utiliza alcohol isoamílico, probablemente el único reactivo de esta práctica que no suele haber en una cocina.

#### **IV.- REALIZACIÓN**

Preparar una solución tampón con los siguientes ingredientes y mantener en la nevera o en un baño de hielo triturado:

120 ml de agua, si es posible destilada, y si no, mineral. No usar agua del grifo.

1,5 g de sal de mesa, preferiblemente pura.

2 g de bicarbonato sódico.

5 ml de detergente líquido o champú.

#### **V.- PROCEDIMIENTO:**

Colocar un trozo de hígado de pollo en un mortero. Triturar la muestra con un poco de agua. Así se romperán muchas células y otras quedarán expuestas a la acción del detergente (filtrar con una gasa).

Mezclar en un recipiente limpio 5 ml del triturado celular con 10 ml de la solución tampón frío y agitar vigorosamente durante al menos 2 minutos. Separar después los restos más grandes haciéndolo pasar por una tela fina. Lo ideal es centrifugar a baja velocidad 5 minutos y después pipetear el sobrenadante.

Retirar 5 ml del caldo molecular a un tubo de ensayo y añadir con pipeta 10 ml de alcohol isoamílico enfriado a 0 °C. Se debe dejar escurrir lentamente el alcohol por la cara interna del recipiente, teniendo éste inclinado. El alcohol quedará flotando sobre el tampón.

Se introduce la punta de una varilla estrecha hasta justo debajo de la separación entre el alcohol y el tampón. Remover la varilla hacia delante y hacia atrás y poco a poco se irán enrollando los fragmentos de mayor



tamaño de ADN. Pasado un minuto retirar la varilla atravesando la capa de alcohol con lo cual el ADN quedará adherido a su extremo con el aspecto de un copo de algodón mojado.

## VI.- RESULTADOS

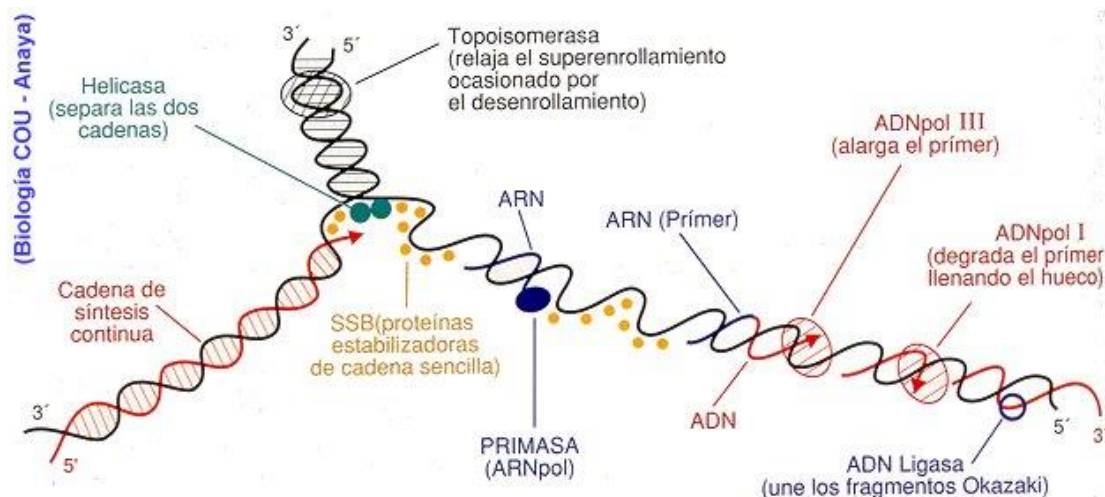
El producto filamentososo obtenido de la extracción no es ADN puro ya que, entremezclado con él, hay fragmentos de ARN. Una extracción "profesional" se realiza añadiendo enzimas que fragmentan las moléculas de ARN e impiden que se unan al ADN.

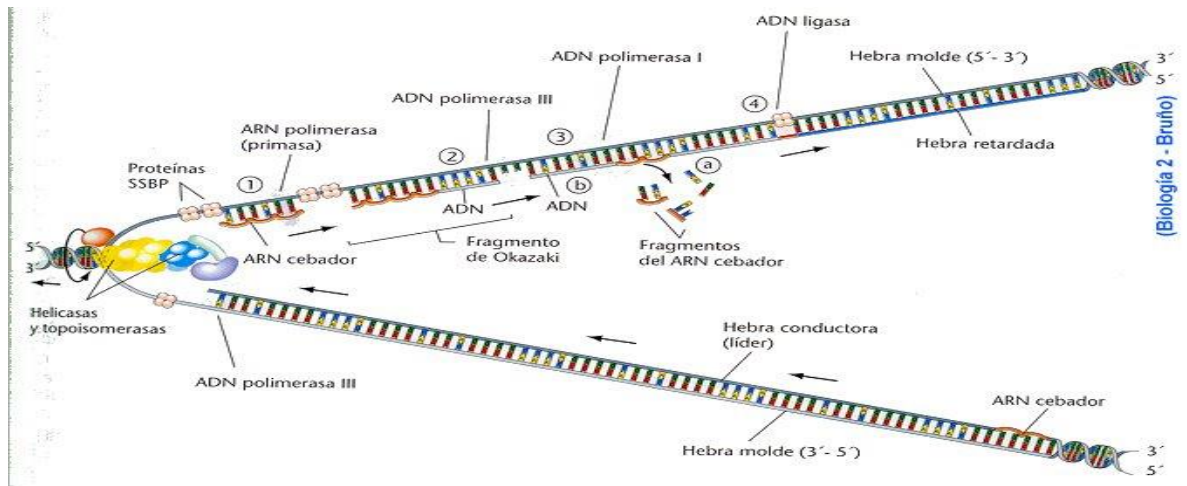
## MODELO DEL ADN

Gregorio Mendel (1886) empleando su agudeza de conocimientos y empleando la observación como método de estudio, alcanza el planteamiento de las leyes que hoy rigen el rumbo de la genética, conocimientos que no fueron comprendidos en su tiempo y fue necesario el transcurso de casi 20 años para su redescubrimiento mundial por Correns, Tschermak y De Vries (1905).

En 1779 Robert Fleming había encontrado la manera de colorear los cromosomas y pudo describir el proceso de la división celular (mitosis), que permitía ya el acceso total al centro de informática del núcleo celular.

En 1910 Hugo Morgan empleando el método experimental sobre las diminutas *Drosophila melanogaster* pudo determinar un medio de manipulación de los cromosomas y genes, siendo su discípulo Hugo de Vries.





## MODELO DE REPLICACIÓN – TRANSCRIPCIÓN DEL ADN

- Al cabo de la división celular, las células hijas heredan la misma información genética contenida en la célula progenitora. Como esa información se halla en el ADN, cada una de sus moléculas debe generar previamente 2 moléculas de ADN idénticas a la del DNA originario para ser repartidas de manera equitativa entre las 2 células hijas.
- Esta duplicación gracias a la cual el ADN se propaga en las células de generación en generación, lleva el nombre de REPLICACIÓN.
- Replicación ocurre por la separación gradual de las cadenas de la doble hélice causada por la destrucción sucesiva de los puentes de hidrógeno.
- Ambas cadenas son complementarias entre sí, cada una contiene la información necesaria para construir la otra cadena, por lo tanto, una vez separadas las cadenas, cada una actúa como plantilla para dirigir el ensamblado de los nucleótidos necesarios para formar la cadena complementaria y restablecer su estado de doble cadena.
- Este proceso de replicación se lleva a cabo en el periodo S de la Interfase.

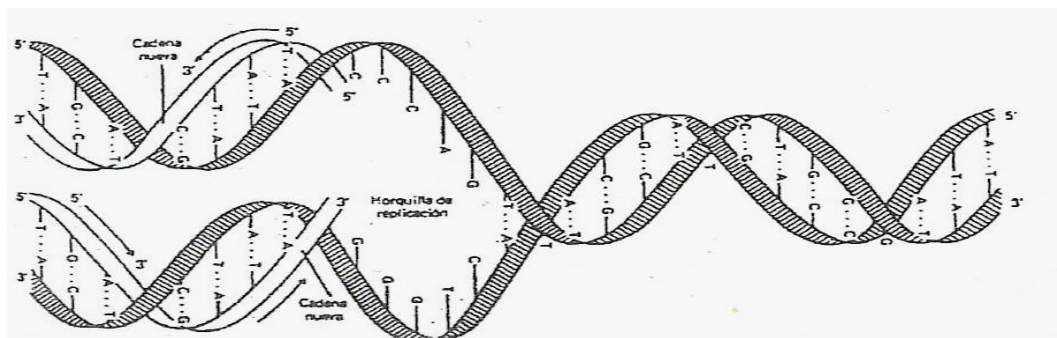


Fig. 1 La replicación del ADN se produce previo desenrollamiento de las dos cadenas de la doble hélice, usándose cada una como molde para sintetizar las nuevas cadenas. Obsérvese que la síntesis tiene lugar únicamente en la dirección 5' → 3'.

### NATURALEZA SEMICONSERVADORA DE LA DUPLICACIÓN:

- Para que se forme dos moléculas de ADN a partir de una, primero deben separarse las dos cadenas de la doble hélice del ADN preexistente, las cuales sirven de moldes para la construcción de las sendas complementarias. Dado que las cadenas recién construidas permanecen con las cadenas moldes, quedan formadas dos nuevas dobles hélices de ADN.

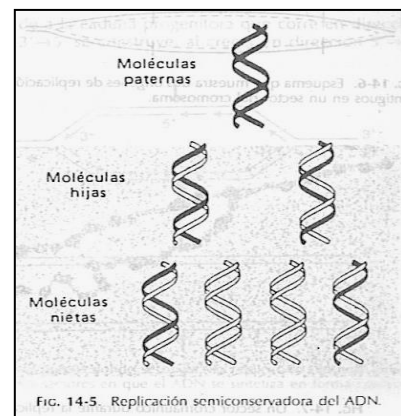
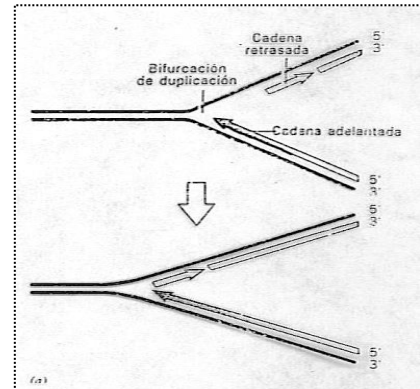


FIG. 14-5. Replicación semiconservadora del ADN.

- Cada una de las dobles cadenas hijas debe componerse de una cadena completa progenitora (original) y una cadena completa recién sintetizada por lo que se dice que el mecanismo es **semiconservador**.

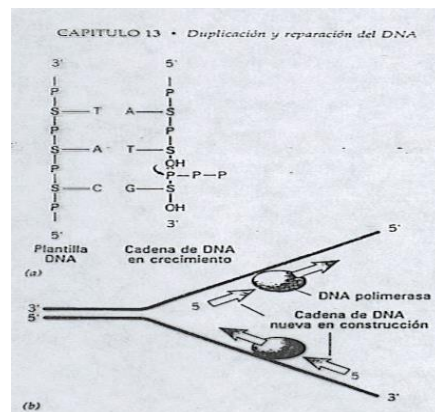
### LA REPLICACIÓN ES UN PROCESO BIDIRECCIONAL:

- La separación del par de cadenas de doble hélice se acompaña de la síntesis de un par de cadenas complementarias.
- Los puntos donde el par de segmentos duplicado se unen con los segmentos no duplicados se denomina **bifurcaciones de duplicación ó horquilla de replicación**.
- La horquilla de bifurcación corresponde a sitios donde:
  1. La doble hélice progenitora sufre la separación de las cadenas.
  2. Donde se incorpora nucleótidos a las cadenas complementarias.
- Una vez iniciado la duplicación prosigue alejándose del origen en ambas direcciones, es decir en forma **bidireccional**.



### DUPLICACIÓN SEMIDISCONTINUA:

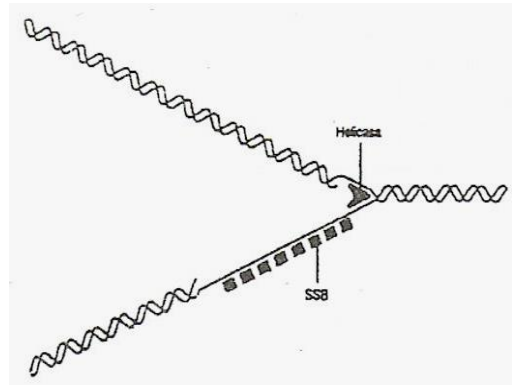
- DNA polimerasa se desplaza a lo largo de una sola cadena de DNA leyendo cada nucleótido de la plantilla e incorporando un nucleótido complementario sobre el extremo de la cadena que se ensambla.
- Para que la reacción proceda la DNA polimerasa requiere la presencia de DNA y de cuatro trifosfatos de Desoxirribonucleósido.
- Las moléculas de polimerasas encargadas de construir las dos nuevas cadenas de DNA se mueven en dirección opuestas a lo largo de sus respectivas plantillas, ambas procedentes en dirección 3' – 5' A lo largo de la plantilla y construyendo una cadena que crece a partir de su terminal 5' – P.
- Ambas cadenas recién sintetizadas se



ensamblan en dirección 5' – 3'. Por consiguiente una de las cadenas recién sintetizadas crece hacia la bifurcación de la duplicación donde las cadenas de DNA se separan, en tanto que la otra crece alejándose de la misma.

- La cadena que crece alejándose de la confluencia de la duplicación se sintetiza de manera discontinua, es decir como fragmentos (**cadena atrasada**). La cadena que crece cerca de la confluencia se sintetiza continuamente y se denomina **cadena adelantada** por lo que la **duplicación es semidiscontinua**.

- La enzima Helicasa, la cual se sitúa en la bifurcación de la replicación, se encarga de eliminar los puentes de hidrógeno que unen las bases complementarias de las dos cadenas de la doble hélice.



- Los fragmentos de la cadena que se forman de manera discontinua son llamados **fragmentos de Okasaki** los

cuales son unidos por la enzima DAN ligasa a piezas más grandes sintetizadas.

- Las 2 confluencias de la duplicación se desplazan en direcciones opuestas hasta que encuentran un punto de círculo esperado del origen, donde la bifurcación concluye.
- Las dos nuevas cadenas duplicadas se separan y son orientadas al interior de dos células diferentes.

## TRANSCRIPCIÓN DEL DNA

- Proceso mediante el cual un tipo de ácido nucleico produce otro tipo de ácido nucleico, que es efectuada por una sola enzima ( que trabaja en conjunto con varias proteínas auxiliares).
- La transcripción proceso por el cual la síntesis de la molécula de ARN se realiza sobre la base de moldes de la molécula de ADN. La síntesis se produce por la unión entre sí de los nucleótidos A, U, C, G que se alinean de acuerdo con el ordenamiento marcado por los nucleótidos complementarios presentes en el ADN.
- Esta complementaridad determina que las bases A, U, C, G, del ARN se apareen, respectivamente con las bases T, A, G, C del ADN.
- En las células procariotas y eucariotas, las enzimas encargadas de la transcripción se denominan **RNA polimerasas** que pueden ensamblar una cadena lineal de

nucleótidos cuya secuencia es complementaria de una de las cadenas de DNA que le sirve como plantilla.

- En las células eucariotas poseen 3 enzimas transcriptasas distintas, cada una encargada de la síntesis de diferentes grupos de RNA:
  - RNA polimerasa I → sintetiza RNA ribosómico.
  - RNA polimerasa II → sintetiza RNA mensajero.
  - RNA polimerasa III → sintetiza RNA transferencia.
- El primer paso de la síntesis de un RNA es la asociación de la RNA polimerasa con la plantilla de DNA.
- El sitio donde se enlaza el RNA polimerasa antes de iniciar el proceso se denomina **promotor** que además contiene la información que determina cual de las dos cadenas de DNA será transcrita.
- El RNA polimerasa se desplaza en dirección 3' a 5' a lo largo de la plantilla de la cadena de DNA ensamblando una cadena complementaria antiparalela de RNA que cruce desde el extremo terminal 5' en dirección 3'.
- Los precursores de RNA polimerasa son trifosfatos de ribonucleótido.
- Conforme se desplaza la polimerasa a lo largo de la plantilla debe introducirse el nucleósido complementario apropiado en cada sitio de la cadena creciente.
- La transcripción concluye cuando la

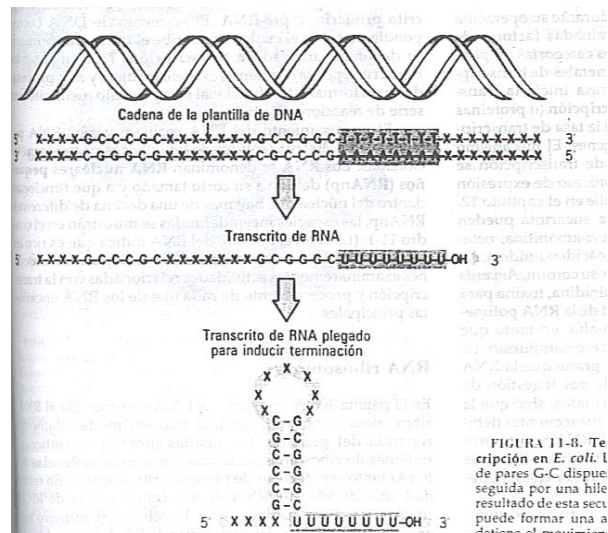


FIGURA 11-8. Te transcripción en *E. coli*. l de pares G-C dispue seguida por una hile resultado de esta sect puede formar una a detiene el movimien

ARN polimerasa alcanza la secuencia de terminación, situada en el extremo 3' del gen. En este punto se libera la enzima y se desprende el ARN recién sintetizado.

### 1.3.3 Función del Modelo

La función básica es la de ayudar a comprender las teorías y las leyes, y proporcionar una interpretación de las mismas; de manera que si el modelo nos ayuda a comprender es porque además de darnos una explicación nos permite predecir.

La importancia de la función de predicción radica en lo siguiente el pensamiento científico es acumulativo, es decir, el modelo actual incluye todas las partes acertadas de los modelos anteriores. Siempre hay un núcleo continuamente creciente de ideas que no cambian, dentro de los modelos cambiantes. Esto es lo que da a la ciencia carácter de conocimiento permanente.

Cuando con ese carácter, permanente y nuevo a la vez, el modelo permite hacer predicciones acertadas, entonces quedan corroboradas las teorías y se cumple así con el ideal de la ciencia: proporcionar conocimientos válidos.

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Las Instituciones Académicas cuentan con laboratorios experimentales para Biología, las infraestructuras que presentan no son modernas y muestran dificultades en la distribución de los ambientes.

Los equipos no cuentan con el mantenimiento adecuado y las sustancias y reactivos son escasos impidiendo el desarrollo adecuado de la parte experimental y la aplicación de métodos didácticos que inciden en el mejoramiento de la calidad en el aprendizaje de los diversos modelos científicos directamente relacionados con las teorías biológicas.

Los laboratorios son centros de experimentación y observación que permiten al estudiante tener acceso al análisis de estructuras biológicas y elevar su capacidad procedimental es decir el aprender a hacer, y consecuentemente se apertura el paso al entendimiento, a la plena capacidad cognitiva que es el aprender a conocer.

El laboratorio es el centro principal que permite el análisis si no hay análisis no hay entendimiento, el desarrollo de la capacidad cognitiva esta ligada a



la capacidad procedimental, una de las formas más elevadas de cognición son los Modelos científicos en el caso de la investigación son los modelos Biológicos.

Algunos docentes responsables del trabajo experimental en el laboratorio emplean el sentido común debido a la profesión que ostentan y se observa una gran influencia de los métodos pasivos rechazando la metodología activa que permita colocar al alumno como centro del proceso y principal protagonista del sistema educativo.

Los docentes no manejan métodos didácticos adecuados que les permita relacionar correctamente cada uno de los elementos de las diversas teorías biológicas, lo que determina la función del laboratorio, una teoría puede interpretarse de diversas maneras por estar compuesta de un número ilimitado de relaciones de naturaleza diferente aunque manteniendo la misma estructura lógica, a estas interpretaciones en la investigación se les llamarán modelos científicos o representación de la teoría.

El trabajo experimental desarrollado en el laboratorio de ciencias naturales incide directamente en el rendimiento académico siendo ineludible la relación teórico-práctica. En tal sentido, para que la asignatura de Biología alcance en los currículos un valor de créditos en teoría y práctica orientadas a los trabajos experimentales en el laboratorio, requiere la total atención de las autoridades administrativas, académicas y especialmente del profesor responsable del curso.

El trabajo experimental en el laboratorio requiere la adecuada planificación, estrategias didácticas, metodología activa, adecuación de guías de práctica, equipos de multimedia, retroproyectores, proyectores de slides y bibliografía moderna.

Se observa que los docentes responsables de las clases prácticas en su mayoría, no tienen guías elaboradas que les permita medir la incidencia de la aplicación de una metodología adecuada en la mejora de la calidad del

rendimiento académico del proceso enseñanza-aprendizaje de los diversos modelos científicos, si el docente no cuenta con guías de práctica orientadas al desarrollo de modelos biológicos, no se puede medir el nivel profundo de su clase práctica, asimismo, no se puede medir el nivel de relación entre el uso de laboratorio y la calidad de enseñanza aprendizaje de modelos biológicos.

Los docentes en su mayoría preparan prácticas superficiales dejando de lado el nivel que requiere el método científico.

Durante la parte experimental priman los objetivos en cada diseño de las experiencias de laboratorio dejando de lado la problematización del trabajo experimental sobre modelos que le permita al alumno el redescubrimiento de los diversos fenómenos, con esta actitud se minimiza el espíritu creativo y el criterio de aplicación del método científico en la investigación empírica.

El trabajo experimental que se observa en el laboratorio es deficiente toda vez que frente a la ausencia de guías diseñadas en base a modelos y sin planificación previa no se provee el tipo de instrumentos, equipos, reactivos y materiales necesarios para cada trabajo científico de laboratorio. Siendo el resultado de poco sustento creativo y científico.

Actualmente se ha encontrado que algunos docentes trabajan con una guía de laboratorio que comprende un aproximado de 18 prácticas las cuales mantienen un diseño basado en objetivos lo que limita el nivel de profundidad científica, las prácticas están orientadas para demostrar experimentalmente conocimientos teóricos que van desde el siglo XVI con el estudio del microscopio, siglo XVIII con el estudio de los colorantes, la división celular de Fleming siglo XIX y pruebas genéticas, rasgos hereditarios, síntesis de proteínas, código genético, todo esto logrado en el siglo XXI, las prácticas diseñadas requieren de una preparación previa, equipos especiales, algunos materiales preparados por los alumnos o los ayudantes de práctica (caso de cultivos de bacterias, hongos, algas) la guía basada en modelos científicos, por tales razones la lectura de fundamentos

teóricos previos, a la aplicación del método científico debe ser prioridad en cada nuevo experimento de laboratorio.

Se observa que algunos docentes no cuentan con una preparación actualizada y permanente por lo que rechazan todo cambio que se plantee en teoría o práctica, cambios que son motivados por los adelantos de la ciencia biológica contando con el gran triunfo de la “Revolución Biológica” que fuera luego flanqueada por numerosos descubrimientos entre los que se cuentan los trabajos de Jacob, Monod, Lwoff, Venter, Collins, Wilmot entre otros, todos ellos han escrito obras claves sobre biología y otros han desarrollado trabajos experimentales revolucionarios que se han plasmado en obras diversas tales como la *Logique du Vivant* de Francois Jacob que expresa las ideas biológicas como una simple historia.

La obra *Le Hasard et la Nécessité* de Jacques Monod es un ensayo moralista sobre problemas del hombre moderno, en la obra *L'ordre biologique* de André Lwoff expresa cada una de las operaciones del funcionamiento de la célula, la naturaleza del gen, el mecanismo de la reproducción y la herencia, todos los trabajos que son producto del intelecto humano rinde tributo al trabajo experimental de laboratorio haciendo resurgir problemas de siempre: ¿qué es la vida?, ¿cuál es el origen del hombre?, ¿qué hay más allá de la vida?, ¿la clonación es alternativa o el fin de la especie humana?

El alumno en su trabajo cotidiano de laboratorio debe estar preparado para interpretar y manejar los modelos científicos, buscando la explicación racional de sus hipótesis y comprender que sobre lo planificado en las ciencias experimentales siempre triunfa el azar. <sup>(33)</sup>

El desciframiento del genoma humano por Venter y Collins que finalizó el año 2002 debido al apoyo de la industria privada y empleo de la tecnología de punta en el área de informática, computación e Internet unificados por

---

<sup>(33)</sup> Jacob Francois. *La Logique du Vivant* .pag. 236

los trabajos experimentales de laboratorio y la aplicación del método científico lo que le permite a la Biología abrir nuevos campos y alcanzar la cima de los descubrimientos minimizando costos y reduciendo el tiempo propuesto en la investigación, los trabajos que han dado paso a la incertidumbre son los realizados en los laboratorio del Instituto Roslind de Escocia, donde se presentó por primera vez una oveja clonada llamada Dolly que enalteció y llenó de orgullo al Director del Instituto Jean Willmut, estos trabajos que rompen todo tipo de supuestos y nos inducen a trabajar con nuevos paradigmas para lograr incentivar en el alumno interés, análisis ético, análisis bioético, crítica científica sobre cada nuevo avance científico.

Los docentes y alumnos que trabajan en el laboratorio deben tener en cuenta que solo el azar está en el nacimiento de toda novedad, de toda creación en la naturaleza, por lo que el esfuerzo científico depende de nuestra preparación para alcanzar el desarrollo de cada uno de los problemas planteados.

Si durante el desarrollo de las prácticas se emplea métodos inapropiados se genera en el alumno indiferencia al quehacer científico y al razonamiento lógico, los modelos biológicos seleccionados para el desarrollo de una guía de práctica deben tener una secuencia lógica y coherente con el desarrollo histórico de la ciencia.

El material que se emplea en cada clase experimental debe despertar en el alumno un elevado nivel de cuestionamiento sobre cada paso realizado en la práctica invitando a los alumnos a reflexionar sobre la teoría científica, sobre la fuerza, la elegancia y la belleza de esta y sobre todo de su incertidumbre, reflejaremos en el espíritu del estudiante mayor logro intelectual y cultural; el proceso de ensayo y error será tan valioso en el proceso de enseñanza aprendizaje haciendo de este acto una actividad dinámica y estimulante, que permita la relación plena y eficiente entre las teorías con la realidad mediante el agudo análisis de los modelos científicos en el laboratorio.

En los laboratorios se debe mantener una biblioteca actualizada, la bibliografía existente debe consignarse en cada diseño de las prácticas de laboratorio facilitando el acceso del alumno en el proceso de investigación, en los laboratorios de los Centros Académicos en estudio no se cuenta con este apoyo.

Los laboratorios no cuentan con ayudas audiovisuales actualizadas que faciliten el desarrollo del trabajo experimental, se recomienda que los laboratorios cuenten con un equipo de multimedia que permita exponer tópicos variados, y libre acceso a Internet.

Otras de las dificultades que se observan en cada Centro Académico es que las prácticas de microscopía en general no se culminan con éxito debido a que los microscopios están deteriorados e inservibles en los diversos Centros Académicos, tampoco se cuenta con el número adecuado de microscopios para la cantidad de alumnado, hecho que debe sustituirse con cámaras de video que permitan observaciones microscópicas en la pantalla del televisor, los diversos laboratorios no cuentan con equipos apropiados, ni reactivos suficientes lo que genera bajo rendimiento en el alumnado debido al desarrollo deficiente de los experimentos.<sup>(34)</sup>

Los centros académicos en estudio no han dispuesto la creación de un centro de investigación en el área de biología que funcione dentro de los laboratorios con lo cual se buscaría incentivar la competencia entre docentes, alumnos, jefes de práctica, elevando así el nivel académico y mejorando la calidad del proceso enseñanza aprendizaje de los modelos biológicos. No se cuenta con computadoras conectadas a Internet, por lo que los alumnos no confrontan sus temas experimentales con los de otras universidades nacionales y/o internacionales, creando en el profesor y alumno el espíritu del conformismo.

---

<sup>(34)</sup> Manual de UNESCO. Edit. UNESCO. Francia, 1989.

Las guías que emplean están desactualizadas lo que impide incentivar el rigor científico y en muchos casos se obvia los pasos del método científico, haciendo las clases monótonas y aburridas donde el alumno pierde el total interés científico y actúa mecánicamente dejándose de lado el conocimiento, surgiendo como necesidad solo el deseo de aprobar la asignatura. Por tales razones, deben ser objetivos fundamentales, evaluar la situación y uso de los laboratorios en la calidad del aprendizaje cognitivo, procedimental y actitudinal de los estudiantes y mejorar las condiciones ambientales y formativas conforme se plantea en los objetivos de la presente investigación.

## **2.2 ANTECEDENTES TEÓRICOS**

La mayoría de los especialistas en Biología plantean que dicha disciplina científica sea desarrollada de manera teórica y práctica; es decir, los conceptos y leyes, se comprueban en los hechos, pero en las instituciones académicas investigadas no sucede así, toda vez que los laboratorios no están implementados adecuadamente y en muchos casos el docente no exige tales condiciones porque no están en su nivel de exigencia en este sentido; MARIO BUNGE, sostiene que: “la experimentación es necesaria no sólo en la investigación sino también en la enseñanza, en todos los grados académicos siendo apremiante en Biología, la realización de experimentos enriquece la experiencia personal del alumno; proporciona solidez y realidad a la ciencia adquirida; desarrolla la iniciativa del alumno; agudiza su sentido crítico; se adquiere una mayor habilidad manual y sentido de interpretación de medidas; se logra una mayor atención de conocimientos y finalmente, contribuye a un mejoramiento de trabajo en equipo”.<sup>(35)</sup>

El conocimiento científico es el atributo más grande del hombre de ciencia que le permite desarrollar teorías, conceptos, postulados, teoremas, hipótesis, etc. basándose en un método apropiado de estudio denominado método científico, el conocimiento científico es tan amplio que ha generado

---

<sup>(35)</sup> Mario Bunde: “La Ciencia su método y filosofía”. Edit. Siglo XX. Buenos Aires, 1972.

una diversidad de ramas científicas lo que según Bunge, Kerlinger, Piscoya Hermoza, se pueden agrupar en dos campos, el de las ciencias formales a la cual corresponde todos aquellos conocimientos que emplean un lenguaje formal basado en estructuras abstractas o imaginarias que sólo existen en la mente del estudiante corresponde a este campo la matemática y la lógica. <sup>(36)</sup>

El otro gran campo es el de las ciencias factuales o reales; corresponde a esta ciencia las CCNN, biología, química, física, ecología y las ciencias sociales (educación, derecho, economía, psicología, etc.), incluyendo en esta última las ciencias de la tierra y la antropología.

Así la física, la biología, la sociología y la historia se ocupan de hechos. Se supone que estos hechos ocurren ya en el mundo exterior ya en el mundo interno, el mundo de la experiencia subjetiva. Es decir estos hechos ocurren fuera o dentro de nuestros cerebros, que son cosas concretas o materiales.

Por lo tanto, estos hechos tienen propiedades físicas, biológicas, sociales, etc. en cambio, no tienen propiedades matemáticas, en muchos casos se les puede representar matemáticamente.

El conocimiento científico se ha profundizado cada día de manera más rigurosa toda vez que cada hipótesis debe ser comprobada experimentalmente, dándole a la ciencia el carácter de ser sistematizada y verificada, por ello el laboratorio es indispensable en esta gran tarea.

Frente a tanto avance social las ciencias han mantenido un proceso de permanente evolución y especialmente la Biología que es la ciencia punta del siglo XXI, al realizar un análisis de su desarrollo histórico nos encontramos con una ramificación de la misma que requiere mucha atención, puesto que las teorías, leyes y conceptos son demasiados, esto

---

<sup>(36)</sup> Mario Bunge. Fondo Editorial Garcilaso. Lima, 1999. 344 pag.

hace que muchos docentes dejen de lado el análisis científico que motiva la generación de métodos actualizados para mejorar la calidad en la enseñanza-aprendizaje de los diversos modelos científicos propuestos por los Biólogos para relacionar la teoría con la realidad, frente a esto los docentes en un porcentaje considerable han asumido el mecanismo frente a los conceptos y planteamientos científicos, muchas veces por la falta de equipos y materiales, por falta de infraestructura, por desconocimiento de nuevas técnicas y procedimientos cualitativos y cuantitativos.

El análisis histórico nos permite afirmar que en el país se da poco interés al campo científico tanto en Biología como en otras áreas científicas, generando el desinterés de la juventud en Ciencias Naturales, orientándose las mayorías a las Ciencias Sociales.

El Ministerio de Educación mantiene un presupuesto del 3% que es inferior para el sector educación, descuidándose en áreas de infraestructura, pedagógicas y equipamiento de las principales áreas de investigación que son los laboratorios, siguiendo la misma trayectoria observo que las Instituciones de Educación Superior nacionales sufren estas deficiencias.

Las Instituciones privadas presentan similares deficiencias y no distinguen las diferencias en investigación en ciencias formales y ciencias factuales y especialmente las ciencias naturales a la cual corresponde la Biología.

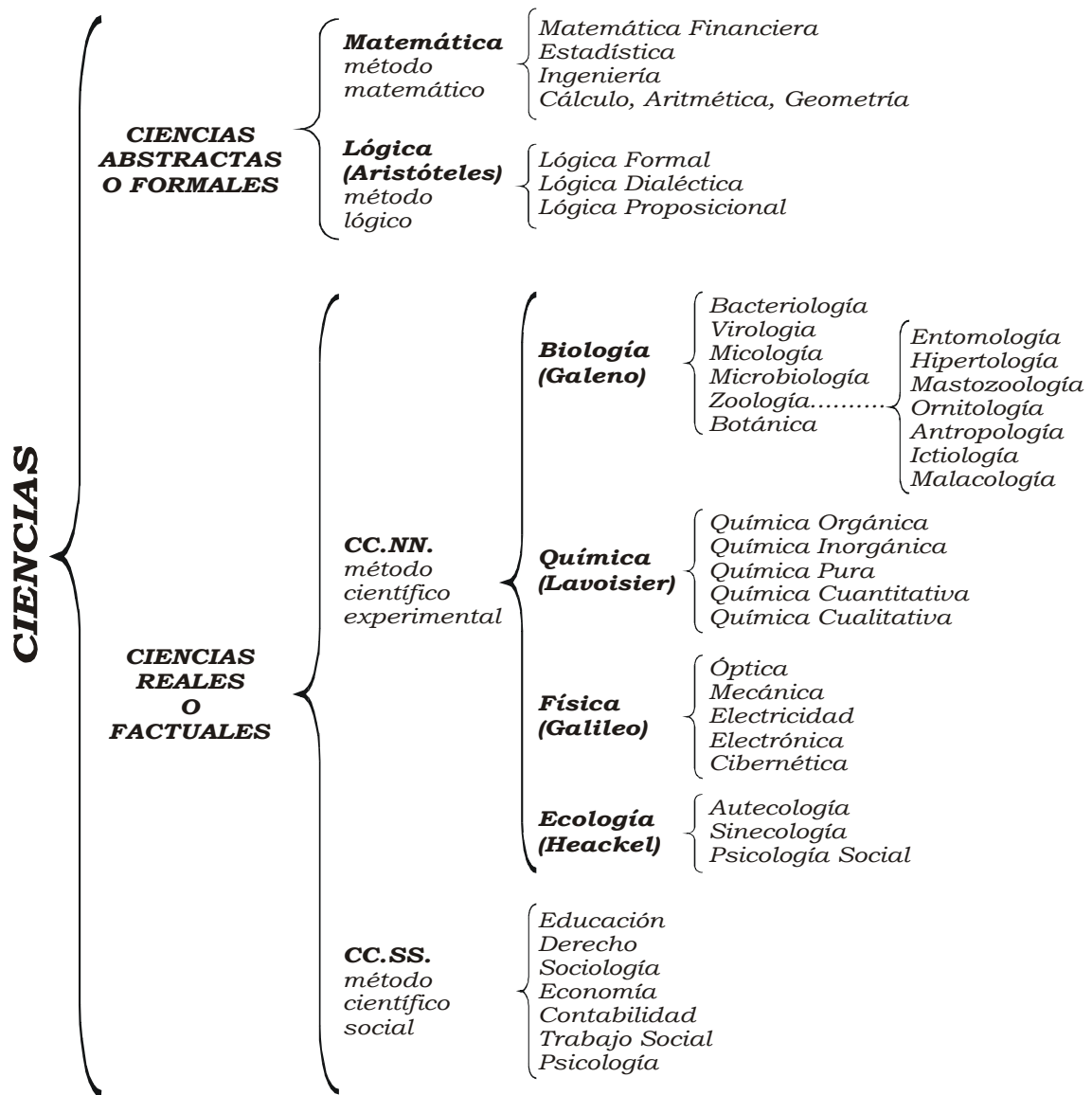
Los antecedentes citados me dan las pautas para consolidar los resultados de mi investigación lo que me permitirá abordar el tema desde una visión puramente científica.

En el libro de Biología de Gonzales y Figueroa se plantea una clasificación de las ciencias, en la cual se observa una ramificación amplia de las mismas <sup>(37)</sup>, la cuál permitirá ubicar a la biología como una ciencia real.

---

<sup>(37)</sup> GONZALES TORRES, Cornelio y FIGUEROA. **Biología**. Edit. Crisol. Perú, 1998.





### 2.2.1. La Investigación Experimental en la Sección Doctoral de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

En la Sección Doctoral se está incrementando cada vez más la investigación experimental, actualmente existen maestrías en salud, lo que hace indispensable el uso de laboratorios, los mismos que deben servir para contrastar las hipótesis de los estudiantes de Post-Grado en las áreas mencionadas de igual forma será una exigencia para que las Facultades con especialidades en salud estén abiertos al cambio y eleven el nivel de enseñanza-aprendizaje, en la comprensión de los diversos modelos científicos biológicos.

### **2.2.2. Tesis en Investigación Experimental**

Lozano (2002) realiza la investigación titulada “La Investigación Científica en las Facultades de Medicina de la Universidad Particular Antenor Orrego y Universidad Nacional de Trujillo”, a través de dicho estudio se determina que no existen diferencias en la opinión de los alumnos de la Facultad de Medicina de la UPAO y UNT en relación a la producción intelectual concerniente a la Investigación Científica en la Universidad y que existe diferencia significativa en opinión de los alumnos de la Facultad de Medicina de la UPAO, UNT en relación a la percepción de las competencias para la investigación experimental.

Hernández (2001) en su trabajo de investigación titulado “La Investigación Científica en la formación profesional del Ingeniero Químico en la Universidad San Luis Góngora de Ica”, concluye que los docentes que desarrollan asignaturas donde se relaciona la Teoría con la Práctica no cuentan con la experiencia adecuada en enseñanza-aprendizaje y muchos no tienen capacitación especializada, lo que influye tanto en la calidad de la enseñanza así como la motivación de los estudiantes para realizar trabajos de investigación científica experimental.

De igual forma trata el tema individual de laboratorio en el cual asume la importancia de los laboratorios en todas las asignaturas de la especialidad en estudio y observa que los materiales y equipos con los que se cuenta reúnen los requisitos académicos mínimos por su obsolescencia así como por su cantidad reducida lo que no permite un adecuado uso para las prácticas curriculares, menos para tareas de Investigación Científica que sea aplicada por docentes y estudiantes.

Hernández, observa también que cuando los insumos no son otorgados oportunamente en las cantidades requeridas impide el cumplimiento del trabajo científico experimental de docentes y

alumnos perjudicando la relación teórico-práctica y plantea que se debe modernizar los laboratorios en infraestructura física, así como en la tecnología y los insumos respectivos en todo centro académico donde se realice trabajos experimentales de investigación.

## **2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En los centros académicos investigados se desarrolla la asignatura de Biología para ello se han implementado laboratorios para la investigación diagnóstica mediante trabajos experimentales los cuales no han alcanzado el suficiente rigor científico, los ambientes no son óptimos, los sílabos tienen el 80% de contenido teórico y 20% de real trabajo experimental debido a la falta de implementación e infraestructura de los ambientes de laboratorio y se observa que los docentes no cuentan con métodos que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje de los diversos modelos científicos, los estudios preliminares me han permitido disponer de una suficiente base teórica para encausar mi investigación definiendo dos variables.

- a) Uso de Laboratorios de biología.
- b) Calidad del aprendizaje de los modelos Biológicos.

### **2.3.1 Problema General**

¿De qué manera influye el uso de los laboratorios en el aprendizaje de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana?

### **2.3.2 Problemas Específicos**

- 1.- ¿Cuál es el nivel predominante en el uso de los laboratorios por parte de los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana?
- 2.- ¿Cuál es el nivel predominante en el aprendizaje de modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana?

- 3.- ¿En qué medida el uso de los laboratorios influye en el aprendizaje cognitivo de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana?
- 4.- ¿En qué medida el uso de los laboratorios influye en el aprendizaje procedimental de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana?
- 5.- ¿En qué medida el uso de los laboratorios influye en el aprendizaje actitudinal de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana?

## **2.4 FINALIDAD E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1 Finalidad**

La investigación tiene por finalidad identificar la situación de los laboratorios donde se imparte la enseñanza-aprendizaje de las ciencias biológicas y reconocer cómo influye en la formación profesional para contribuir con propuestas que posibiliten mejorar la calidad de aprendizaje de los Modelos científicos biológicos, mediante el empleo de Laboratorios experimentales altamente preparados en infraestructura, equipos y reactivos necesarios para demostrar en forma práctica los niveles abstractos de la teoría. Además, servirá de base para nuevas investigaciones y proyectos sobre la incidencia de los laboratorios en la calidad del aprendizaje de modelos biológicos.

### **2.4.2 Importancia**

El estudio es importante porque el uso de los laboratorios para el aprendizaje de las ciencias biológicas, pone al estudiante, en contacto indirecto o directo con el desarrollo gnoseológico y práctico de las ciencias naturales, que hoy, resulta, ser, una de las más importantes para la comprensión de la vida humana. El tema, materia de estudio comprende un problema que tiene actualidad, para encontrar alguna solución en el mejoramiento, de la eficiencia y

calidad en el proceso enseñanza-aprendizaje de los modelos biológicos.

La investigación, permite un examen ordenado e integral de los problemas planteados, en tanto que, la importancia práctica, se encuentra en la demostración de cómo afectan la calidad del aprendizaje por modelos biológicos, la infraestructura y el equipamiento de los laboratorios, hechos que nos servirán para expresar recomendaciones a las autoridades de las instituciones sometidas a nuestro estudio.

## **2.5 OBJETIVOS**

### **2.5.1 Objetivo General**

Evaluar la influencia del uso de los laboratorios en el aprendizaje de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

### **2.5.2 Objetivos Específicos**

- 1.- Identificar el nivel predominante en el uso de los laboratorios por parte de los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.
- 2.- Identificar el nivel predominante en el aprendizaje de modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.
- 3.- Determinar la influencia del uso de los laboratorios en el aprendizaje cognitivo de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.
- 4.- Determinar la influencia del uso de los laboratorios en el aprendizaje procedimental de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

- 5.- Determinar la influencia del uso de los laboratorios influye en el aprendizaje actitudinal de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

## **2.6 HIPÓTESIS**

### **2.6.1 Hipótesis General**

**HG:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

### **2.6.2 Hipótesis Específicas**

**HE<sub>1</sub>:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje cognitivo de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**HE<sub>2</sub>:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje procedimental de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**HE<sub>3</sub>:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje actitudinal de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

## **2.7 VARIABLES**

### **2.7.1 Variable independiente:**

V.I.: Uso de laboratorios.

### **2.7.2 Variable dependiente:**

V.D.: Proceso de aprendizaje de Modelos Biológicos.

### Dimensiones

- Contenido cognitivo
- Contenido procedimental
- Contenido actitudinal

## 2.8 VARIABLES E INDICADORES

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE: Uso de los Laboratorios.		<ul style="list-style-type: none"><li>• Frecuencia de uso.</li><li>• Nº de prácticas por alumno</li><li>• Calidad de uso del laboratorio</li><li>• Manejo de equipos de laboratorio</li><li>• Utilización de reactivos químicos</li></ul> <p>Puntajes directos obtenidos por el alumno en la Encuesta sobre Uso de los Laboratorios.</p>
VARIABLE DEPENDIENTE: Aprendizaje de los Modelos Biológicos.	<p>1) Aprendizaje Cognitivo de Modelos Biológicos.</p> <p>2) Aprendizaje Procedimental de Modelos Biológicos.</p> <p>3) Aprendizaje Actitudinal de Modelos Biológicos.</p>	<p>Puntajes directos obtenidos por el alumno en la Lista de Cotejo sobre el Aprendizaje de Modelos Biológicos.</p>

## **CAPÍTULO III**

### **DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO Y DISEÑO**

#### **3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

En este estudio se empleó el método descriptivo ex-post-facto, el cual consiste en investigar posibles relaciones causales observando manifestaciones y resultados que ya tuvieron lugar. Se parte de una situación terminal actual, para indagar hacia atrás e identificar, a través de los datos disponibles, posibles factores causales (Sánchez y Reyes, 2006).

#### **3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.2.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada, por cuanto busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal (Sánchez y Reyes, 2006). En este estudio, se busca conocer el uso que hacen los alumnos universitarios de los laboratorios, para de este modo actuar en sus procesos de aprendizaje de los Modelos Biológicos, a través de sus contenidos cognitivo, procedimental y actitudinal.



### **3.2.2 Nivel de investigación**

El nivel de la investigación es el explicativo, que caracteriza a los estudios orientados a la explicación científica que a su vez permita la predicción. En estos estudios es necesario la presencia y planeamiento explícito de hipótesis que permitan explicar tentativamente la ocurrencia de un fenómeno (Sánchez y Reyes, 2006).

### **3.3 DISEÑO ESPECÍFICO**

Se empleó un diseño ex-post-facto de tipo correlacional. Según Tuckman (1978, citado por Sánchez y Reyes, 2006), este tipo de estudio implica la recolección de dos o más conjuntos de datos de un grupo de sujetos con la intención de determinar la subsecuente relación entre estos conjuntos de datos. El siguiente esquema correspondería a este tipo de diseño:

O<sub>1</sub>                      O<sub>2</sub>

Donde:

O<sub>1</sub> = Observaciones de la variable Uso de los laboratorios.

O<sub>2</sub> = Observaciones de la variable Aprendizaje de los Modelos Biológicos.

### **3.4 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 Universo**

Alumnos del I Ciclo que llevan el curso de Biología en las Facultades de Estomatología de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Universidad Nacional Federico Villarreal, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y Universidad Alas peruanas.

#### **3.4.2 Población**

La población seleccionada es de tipo finita. Se trabajó exclusivamente con los alumnos del I ciclo que llevan la asignatura de Biología en las facultades de Estomatología de las universidades seleccionadas según se detalla, en forma general en el cuadro número 01 y en el orden siguiente:

**CUADRO N° 01**  
**POBLACIÓN DE ALUMNOS DEL I CICLO EN LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA,**  
**ESPECIALIDAD DE ESTOMATOLOGÍA**

<b>UNIVERSIDAD</b>	<b>I CICLO DE BIOLOGÍA</b>
Universidad Inca Garcilaso de la Vega	320
Universidad Nacional Federico Villarreal	98
Universidad Nacional Mayor San Marcos	85
Universidad Alas Peruanas	154
Total	657

**3.4.3 Muestra**

La muestra seleccionada para aplicar a la investigación es de tipo probabilística, dentro de la cual se utilizó la forma estratificada. Para hacer el cálculo muestral y obtener la proporción de los sujetos participantes en el estudio, se ha seleccionado la fórmula que se detalla a continuación para variable cuantitativa en población finita. En este sentido, se ha procedido a calcular la muestra conforme al siguiente procedimiento:

**Fórmula:**

$$n = \frac{Z \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot N - 1 + Z^2 \cdot p \cdot Q}$$

**Datos:**

n = Muestra

N = Población

Z = Nivel de confianza

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

e = Grado de error

Aplicada a nuestra población tenemos:

$$n = \text{¿?}$$

$$N = 657$$

$$Z = 1.96$$

$$p = 80 \%$$

$$q = 20 \%$$

$$e = 5 \%$$

De donde :

$$n = \frac{657 \times 3.8416 \times 0.8 \times 0.2}{657 - 1 \times (0.05)^2 + 3.8416 \times 0.8 \times 0.2} = 179$$

Luego la muestra es :  $n =$

$$\text{La tasa muestral es igual a: } \frac{179}{657} = 0.27$$

Luego:

**CUADRO N° 02**  
**NÚMERO DE ESTUDIANTES SELECCIONADOS POR CICLO**

UNIVERSIDAD	I CICLO DE BIOLOGÍA	TASA MUESTRAL	PROPORCIÓN MUESTRAL
Universidad Inca Garcilaso de la Vega	320	0.27	87
Universidad Nacional Federico Villarreal	98	0.27	27
Universidad Nacional Mayor de San Marcos	85	0.27	23
Universidad Alas Peruanas	154	0.27	42
Total	657		179

Por muestreo simple se seleccionó cada elemento que intervendrá en la encuesta y se ejecutará en cada universidad seleccionada.

### **3.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, PROCESAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

#### **3.5.1 Técnicas de investigación:**

- ❖ Entrevista.
- ❖ Encuesta.
- ❖ Observación.

#### **3.5.2 Instrumentos de recolección de datos:**

- ❖ Cuestionario.
- ❖ Lista de Cotejo.

### **3.5.3 Técnicas de análisis:**

- ❖ Análisis estadístico descriptivo del valor de las variables, con el empleo del SPSS, para el cálculo de frecuencias y porcentajes.
- ❖ Análisis inferencial: Mediante la prueba paramétrica de correlación lineal de Pearson.
- ❖ Probabilidad de error:  $p < 0,05$ .

### **3.5.4 Procesamiento y presentación de la información:**

- ❖ Selección de la muestra aleatoriamente.
- ❖ Aplicación de Lista de Cotejo sobre conocimientos de Modelos Biológicos.
- ❖ Aplicación de encuestas sobre el uso, condiciones de infraestructura y equipamiento de los Laboratorios.

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS SOBRE EL USO DE LABORATORIOS Y EL APRENDIZAJE DE MODELOS BIOLÓGICOS**

Tanto para la variable Uso de laboratorios como para la variable Aprendizaje de Modelos Biológicos y sus dimensiones, se procedió a utilizar frecuencias y porcentajes con el fin de determinar los niveles predominantes en cada una de ellas. A continuación, se muestran los resultados en las siguientes tablas y gráficos.

##### **4.1.1 Uso de laboratorios**

**Tabla 1. Uso de laboratorios**

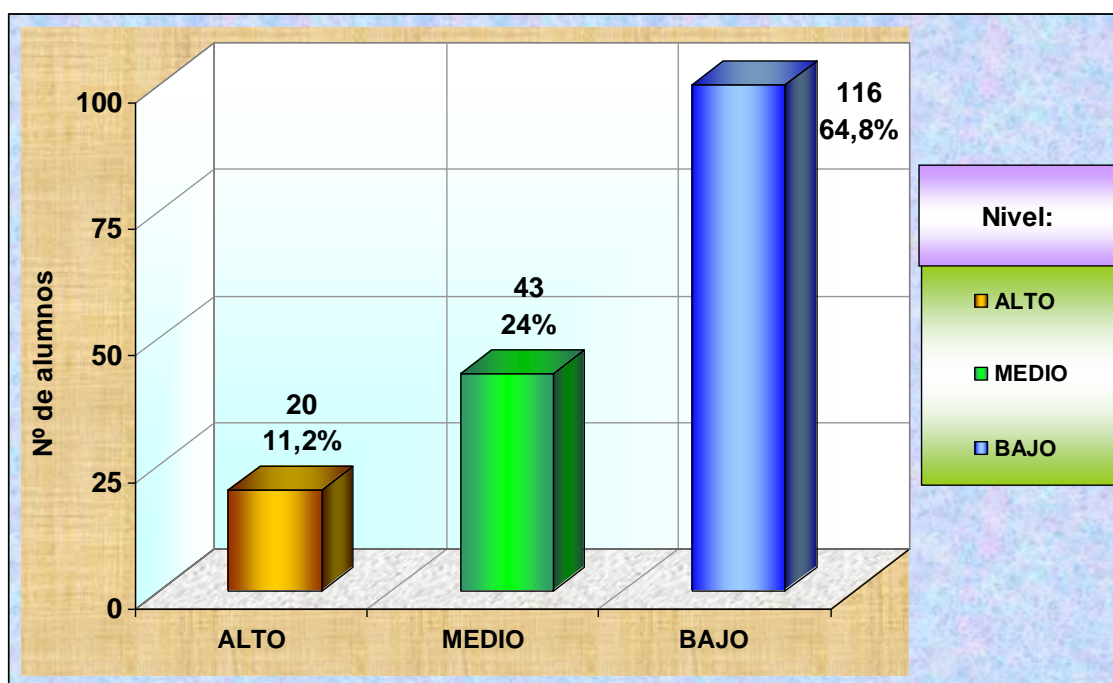
Nivel	Frecuencia	Porcentaje
ALTO	20	11,2%
MEDIO	43	24,0%
BAJO	116	64,8%
Total	179	100,0%

En respuesta a la encuesta que dieron los alumnos sobre el uso de laboratorios, se encontró que 20 de ellos se sitúan en el nivel Alto (11,2%). En el

nivel Medio se ubican 43 alumnos (24%). El nivel predominante se encuentra en el nivel Bajo, donde se agrupan 116 alumnos (64,8%), que viene a ser la mayoría de la muestra estudiada.

Estos resultados indican que el nivel predominante en el uso actual de los laboratorios es el nivel Bajo.

**Gráfico 1. Uso de laboratorios**



#### 4.1.2 Aprendizaje de Modelos Biológicos

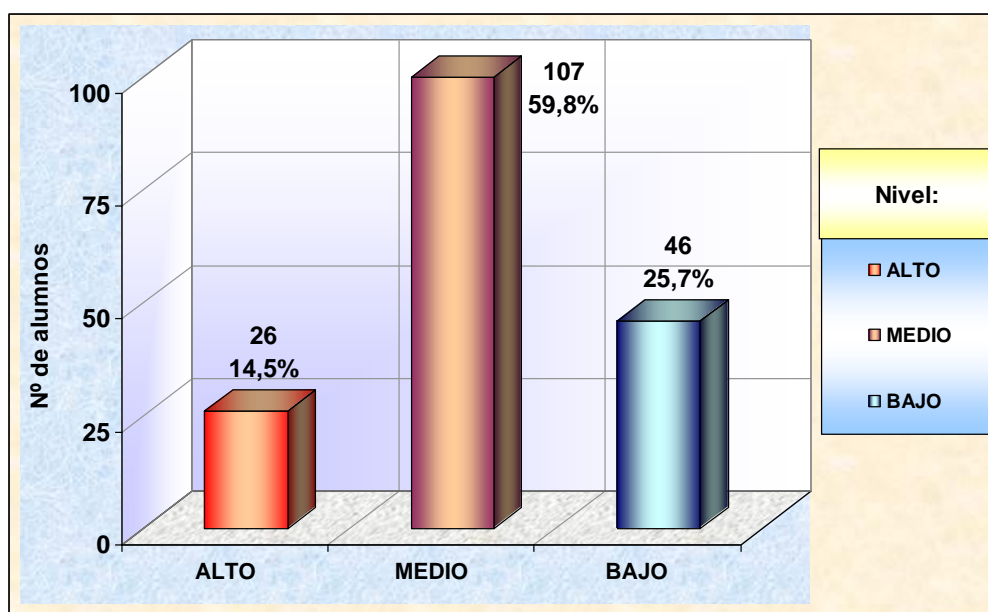
**Tabla 2. Contenido Cognitivo**

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
ALTO	26	14,5%
MEDIO	107	59,8%
BAJO	46	25,7%
Total	179	100,0%

En cuanto al contenido Cognitivo del aprendizaje de Modelos Biológicos, la mayor frecuencia encontrada se ubica en el nivel Medio, con 107 alumnos, que viene a ser el 59,8% de la muestra. Le sigue una frecuencia de 46 alumnos que presentan un nivel Bajo (25,7%). Mientras que 26 alumnos se encuentran en un nivel Alto (14,5%) en el contenido Cognitivo del aprendizaje de Modelos Biológicos.

Los resultados señalan que el nivel predominante en el contenido Cognitivo es el nivel Medio.

**Gráfico 2. Contenido Cognitivo en el aprendizaje de Modelos Biológicos**





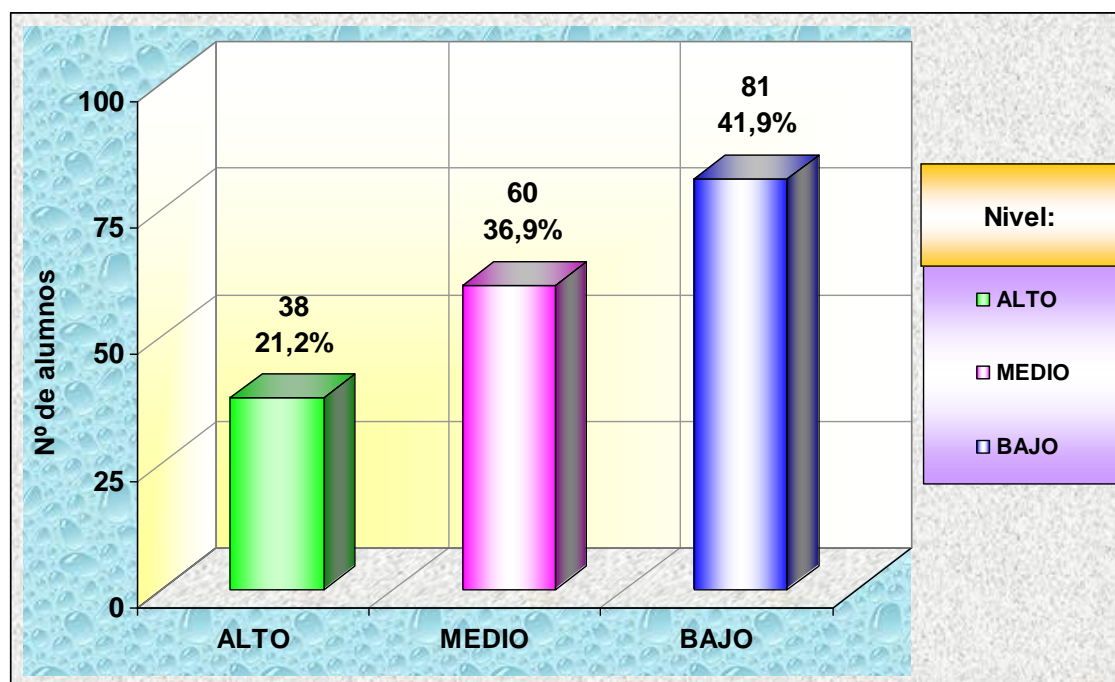
**Tabla 3. Contenido Procedimental**

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
ALTO	38	21,2%
MEDIO	60	36,9%
BAJO	81	41,9%
Total	179	100,0%

Con referencia al contenido Procedimental del aprendizaje de Modelos Biológicos, la mayor frecuencia se encuentra en el nivel Bajo, con 81 alumnos, que representa el 41,9% de la muestra. Le sigue una frecuencia de 60 alumnos que presentan un nivel Medio (36,9%). Y con nivel Alto se ubican 38 alumnos (21,2%).

Estos resultados indican que el nivel predominante en el contenido Procedimental es el nivel Bajo.

**Gráfico 3. Contenido Procedimental en el aprendizaje de Modelos Biológicos**



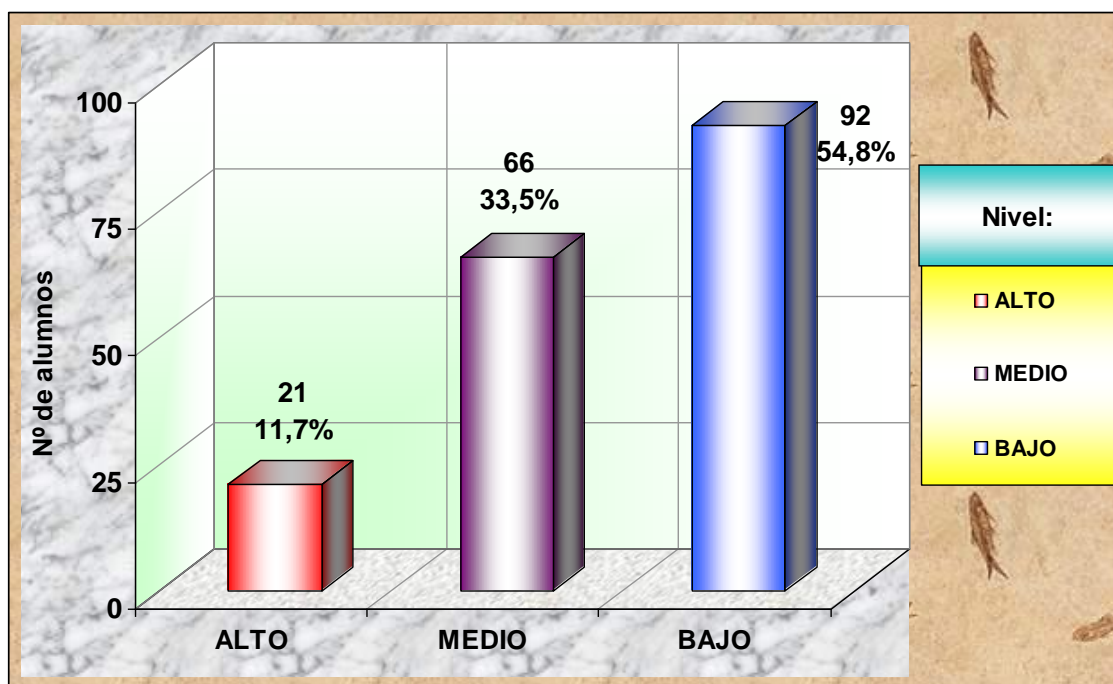
**Tabla 4. Contenido Actitudinal**

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
ALTO	21	11,7%
MEDIO	66	33,5%
BAJO	92	54,8%
Total	179	100,0%

Se observa en la tabla 4, con relación al contenido Actitudinal en el aprendizaje de Modelos Biológicos, que la mayor frecuencia se ubica en el nivel Bajo, con 92 alumnos (54,8% de la muestra). Luego, con una frecuencia menor se encuentra el nivel Medio, donde se agrupan 66 alumnos, lo cual representa el 33,5%. Y con nivel Alto, sólo se ubican 21 alumnos (11,7% de la muestra).

Estos resultados indican que el nivel predominante en el contenido Actitudinal del aprendizaje de Modelos Biológicos es el nivel Bajo.

**Gráfico 4. Contenido Actitudinal en el aprendizaje de Modelos Biológicos**

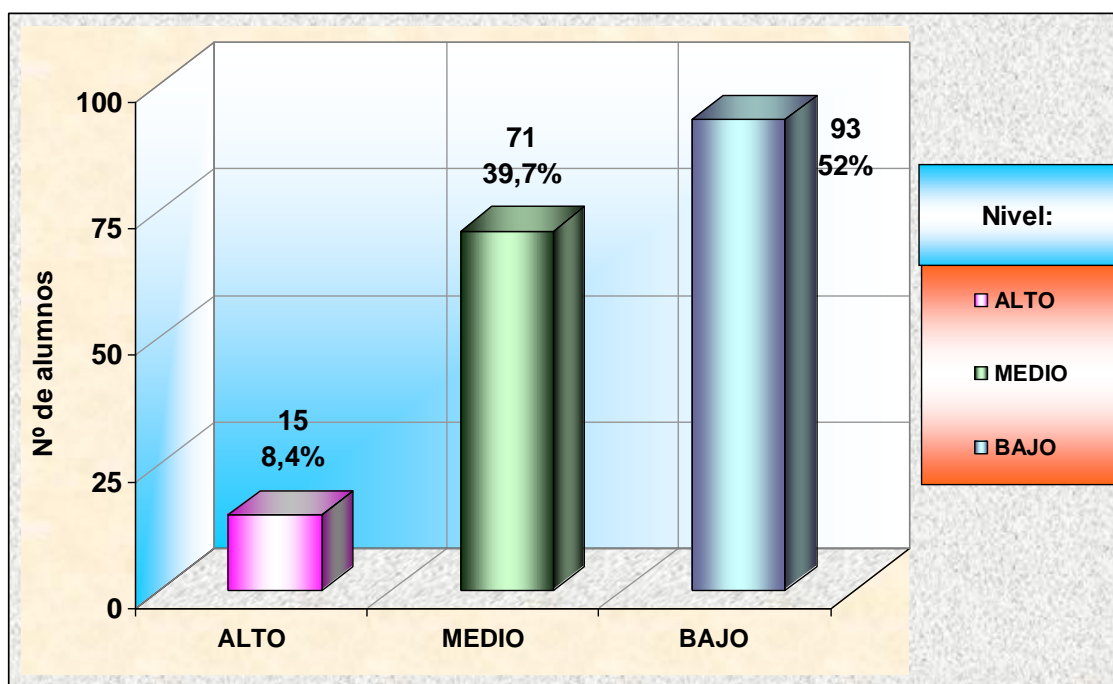


**Tabla 5. Total en el aprendizaje de Modelos Biológicos**

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
ALTO	15	8,4%
MEDIO	71	39,7%
BAJO	93	52,0%
Total	179	100,0%

En el Total del Aprendizaje de Modelos Biológicos se integran los contenidos Cognitivo, Procedimental y Actitudinal. Como se aprecia en la tabla 5, el nivel predominante es el Bajo, que es el nivel que presentan 93 alumnos de la muestra (52%); en tanto que 71 alumnos se encuentran en un nivel Medio, con el 39,7%; y con nivel Alto se encuentran sólo 15 alumnos, que representa el 8,4% del total de la muestra investigada.

**Gráfico 5. Total en el Aprendizaje de modelos biológicos**



## 4.2 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE EL USO DE LABORATORIOS

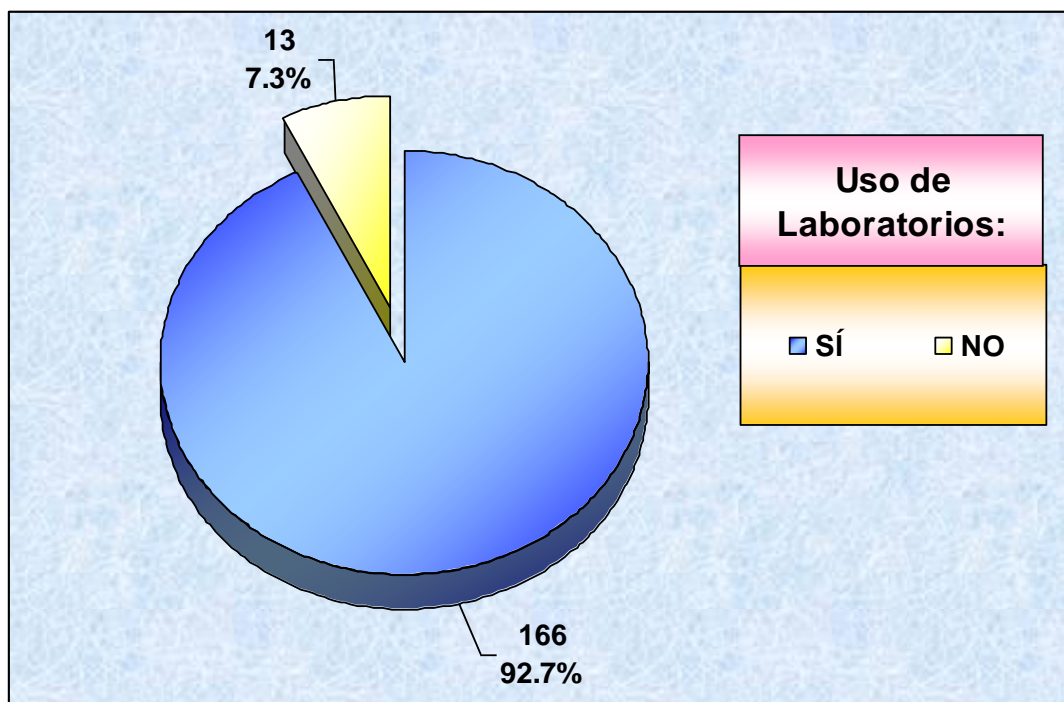
Luego de aplicada a los alumnos la Encuesta sobre el Uso de los Laboratorios, se realizó el análisis estadístico de los datos, procediendo a obtener las frecuencias y porcentajes para cada una de las 16 preguntas del instrumento. Los resultados se presentan e interpretan, a continuación, a través de tablas y gráficos.

**Tabla 6. Promoción del uso de laboratorios en Estomatología**

	Frecuencia	Porcentaje
SÍ	166	92,7%
NO	13	7,3%
Total	179	100,0%

A la pregunta de si la Universidad promueve el uso de los laboratorios en la Facultad de Estomatología, la mayoría del alumnado, es decir, el 92,7% respondió que SÍ, en tanto que sólo un 7,3% contestó que NO. Sin lugar a dudas, a pesar de las limitaciones que pueden tener los laboratorios, es evidente que se da, por parte de las autoridades académicas de la Facultad, una permanente promoción de su uso.

**Gráfico 6. Promoción del uso de laboratorios**

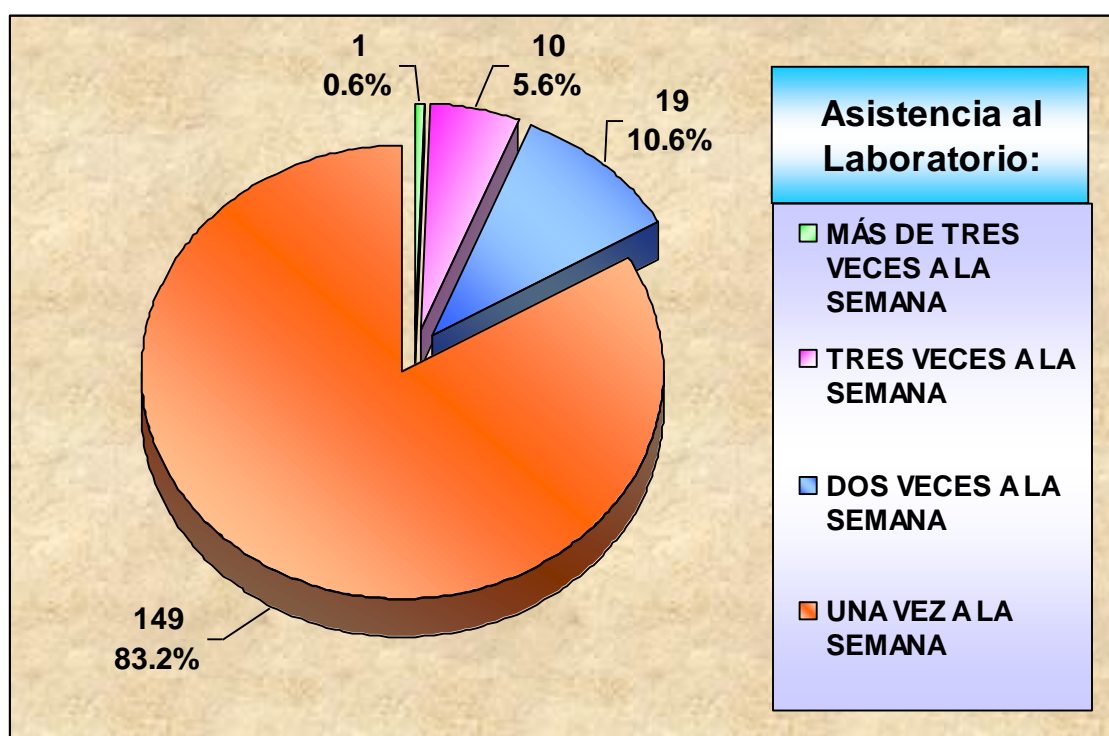


**Tabla 7. Asistencia al laboratorio de Biología**

	Frecuencia	Porcentaje
MÁS DE TRES VECES A LA SEMANA	1	0,6%
TRES VECES A LA SEMANA	10	5,6%
DOS VECES A LA SEMANA	19	10,6%
UNA VEZ A LA SEMANA	149	83,2%
Total	179	100,0%

En relación a la frecuencia con la cual el alumno asiste al laboratorio de Biología, el 83,2% respondió que asisten una vez a la semana, el 10,6% asiste dos veces a la semana, 5,6% asiste tres veces a la semana, y sólo el 0,6% asiste más de tres veces a la semana. Se observa, entonces, que la mayor asistencia es la de una vez a la semana.

**Gráfico 7. Asistencia al laboratorio de Biología**

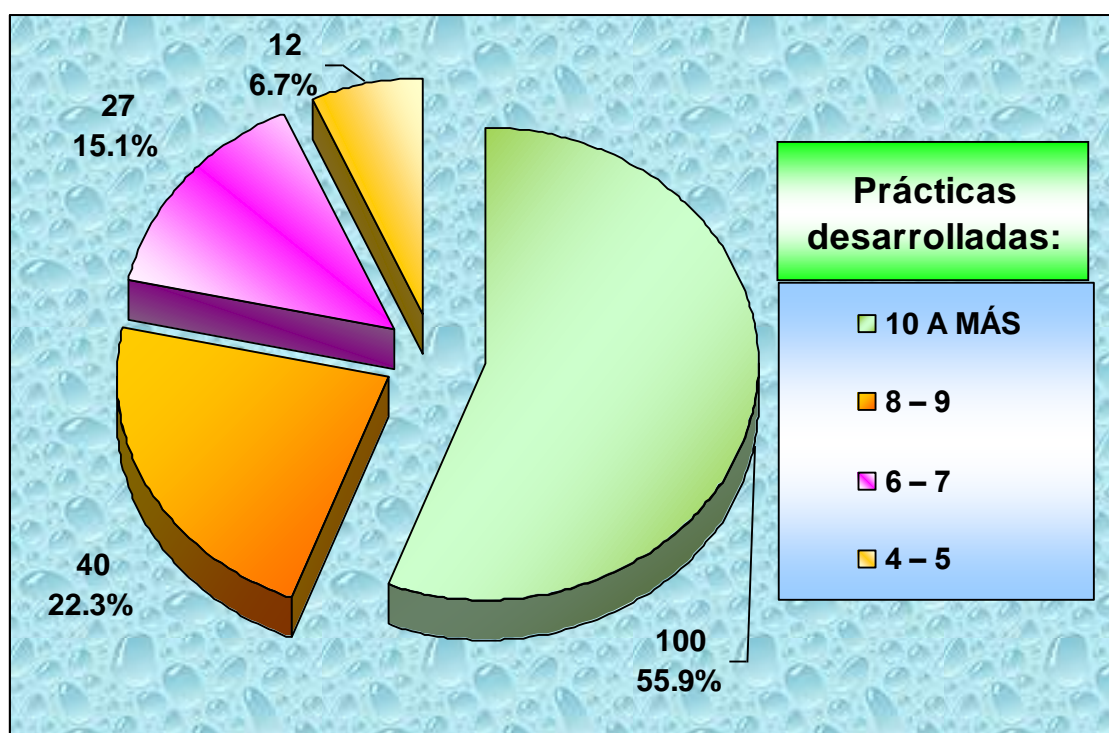


**Tabla 8. Número de prácticas desarrolladas en el curso de biología**

	Frecuencia	Porcentaje
10 A MÁS	100	55,9%
8 – 9	40	22,3%
6 – 7	27	15,1%
4 – 5	12	6,7%
Total	179	100,0%

Con respecto a la cantidad de prácticas que se desarrollan en el curso de Biología cada mes, el 6,7% de los alumnos afirma que de 4 a 5 prácticas, el 15,1% de 6 a 7 prácticas, el 22,3% de 8 a 9 prácticas, y el 55,9% (la mayoría de alumnos) de 10 a más prácticas. Es de observar que, aunque las frecuencias no son tan bajas en cuanto a número de prácticas, no obstante, pueden existir elementos cualitativos que caracterizan el uso de los laboratorios, como podrá verse más adelante.

**Gráfico 8. Número de prácticas en el curso de Biología**

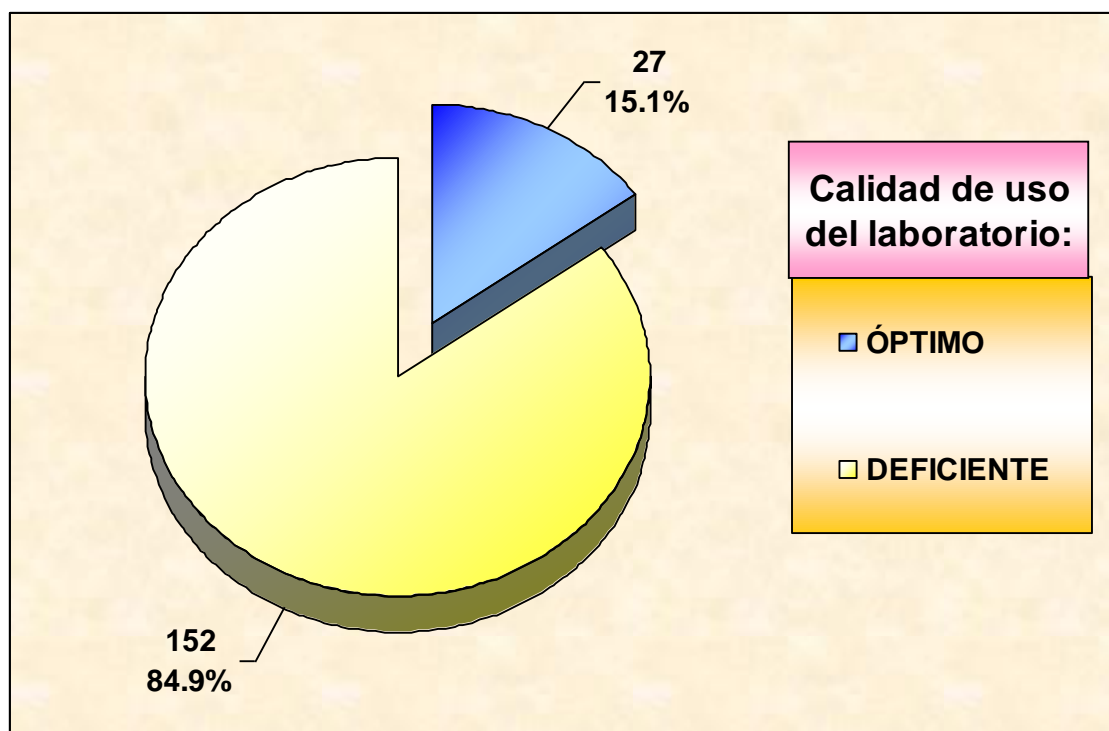


**Tabla 9. Calidad de uso del laboratorio de Biología**

	Frecuencia	Porcentaje
ÓPTIMO	27	15,1%
DEFICIENTE	152	84,9%
Total	179	100,0%

Con referencia a la calidad del uso del laboratorio, el 84,9% considera que es Deficiente, y sólo el 15,1% señala que es Óptimo. Al considerar la mayoría de alumno como deficiente la calidad de uso del laboratorio de Biología, es posible que existan deficiencias que requieran subsanarse, para lo cual conviene hacer un reconocimiento de las instalaciones del laboratorio y de la forma como se viene dando uso.

**Gráfico 9. Calidad de uso del laboratorio de Biología**

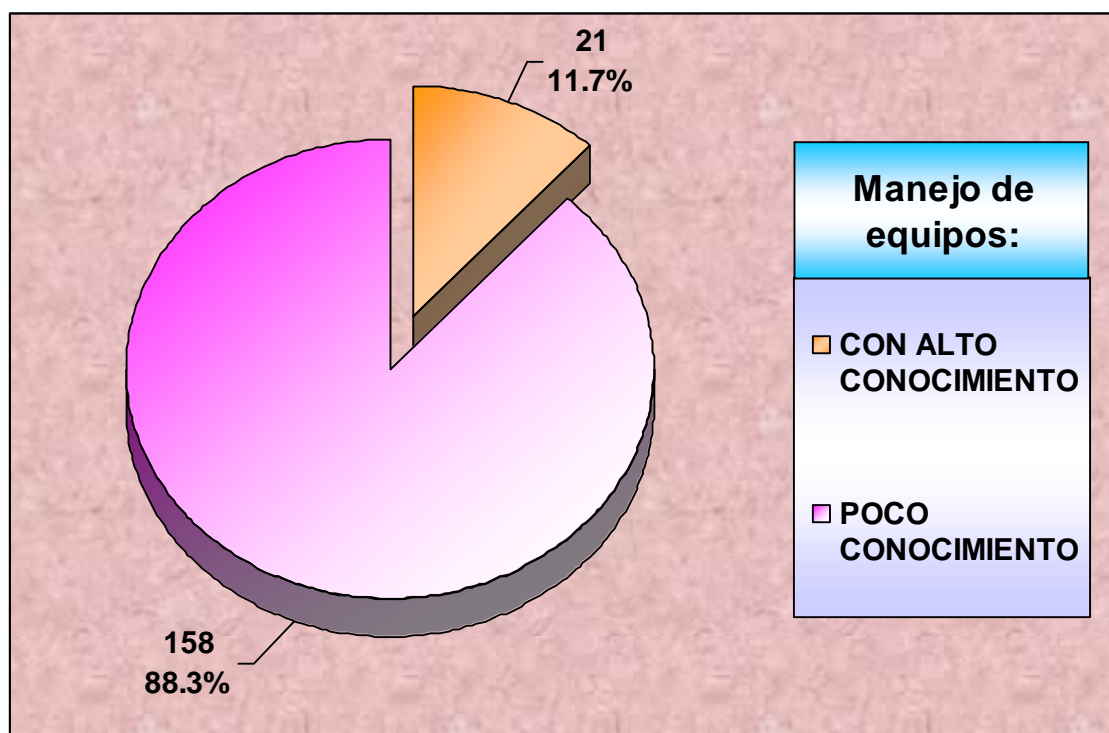


**Tabla 10. Manejo de equipos**

	Frecuencia	Porcentaje
CON ALTO CONOCIMIENTO	21	11,7%
POCO CONOCIMIENTO	158	88,3%
Total	179	100,0%

En cuanto al manejo de equipos, el 88,3% manifestó tener poco conocimiento en su manejo; y sólo el 11,7% señaló poseer un alto conocimiento en su manejo. Esto significa que todavía un importante sector de alumnos no ha logrado dominar el manejo de los equipos en su totalidad.

**Gráfico 10. Manejo de equipos**



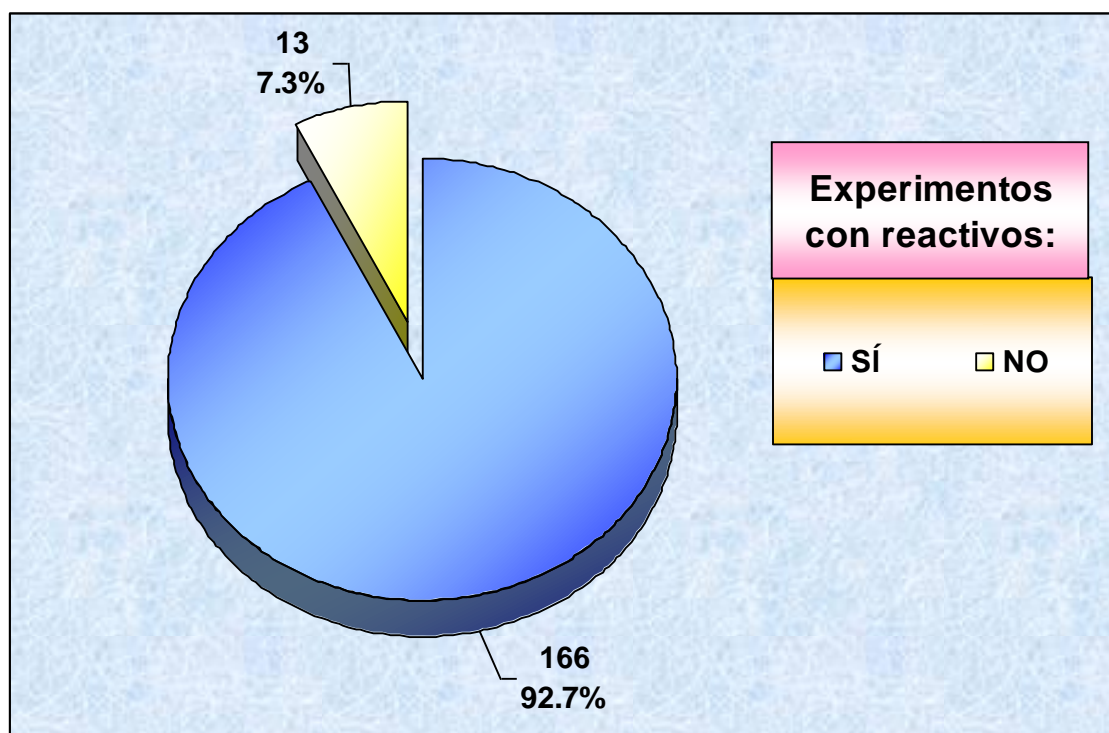


**Tabla 11. Experimentos con reactivos químicos**

	Frecuencia	Porcentaje
SÍ	166	92,7%
NO	13	7,3%
Total	179	100,0%

La casi totalidad de la muestra de alumnos, el 92,7%, señaló que realizan experimentos utilizando reactivos químicos, mientras que sólo el 7,3% mencionó que NO; lo cual indica que las prácticas de laboratorio son de un alto contenido experimental.

**Gráfico 11. Experimentos con reactivos químicos**

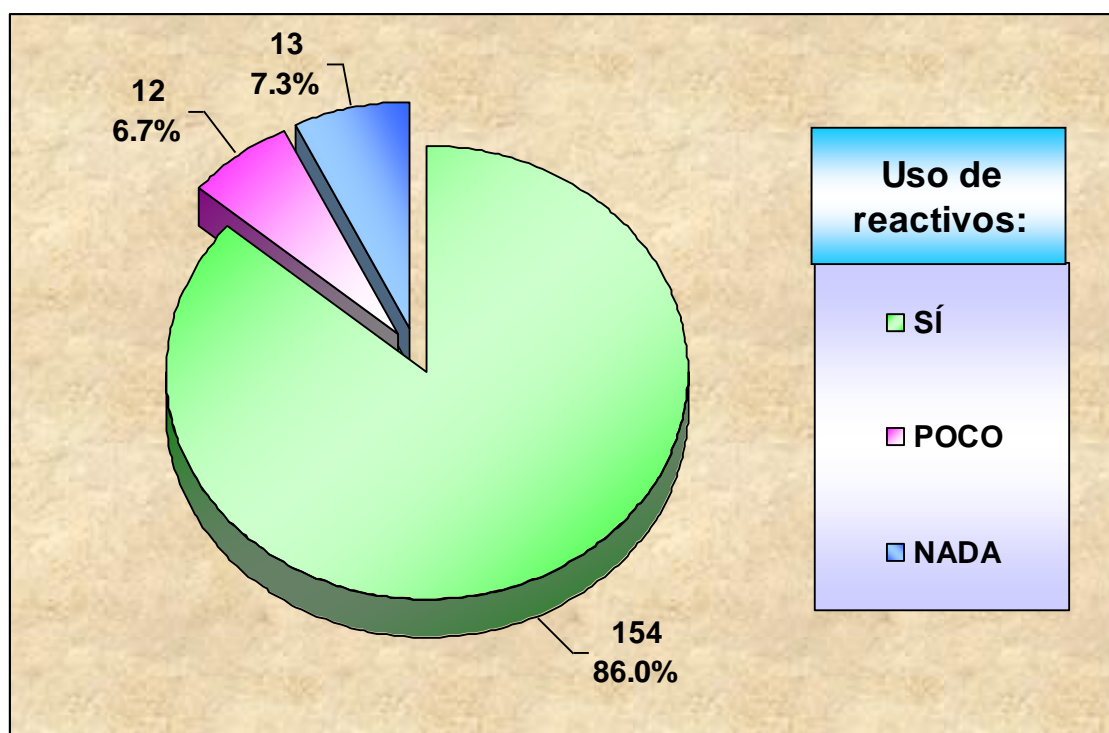


**Tabla 12. Uso de reactivos químicos en las prácticas**

	Frecuencia	Porcentaje
SÍ	154	86,0%
POCO	12	6,7%
NADA	13	7,3%
Total	179	100,0%

Con respecto al conocimiento del uso de los reactivos químicos, el 86% de los alumnos señaló que sí sabe usar los reactivos, en tanto que un 6,7% mencionó que sabe POCO, y un 7,3% afirmó que no sabe NADA. En cierta forma, es explicable que para un primer curso todavía exista un pequeño porcentaje acumulado de alumnos (14%) que no dominan a cabalidad el manejo de los reactivos químicos.

**Gráfico 12. Uso de reactivos químicos en las prácticas**

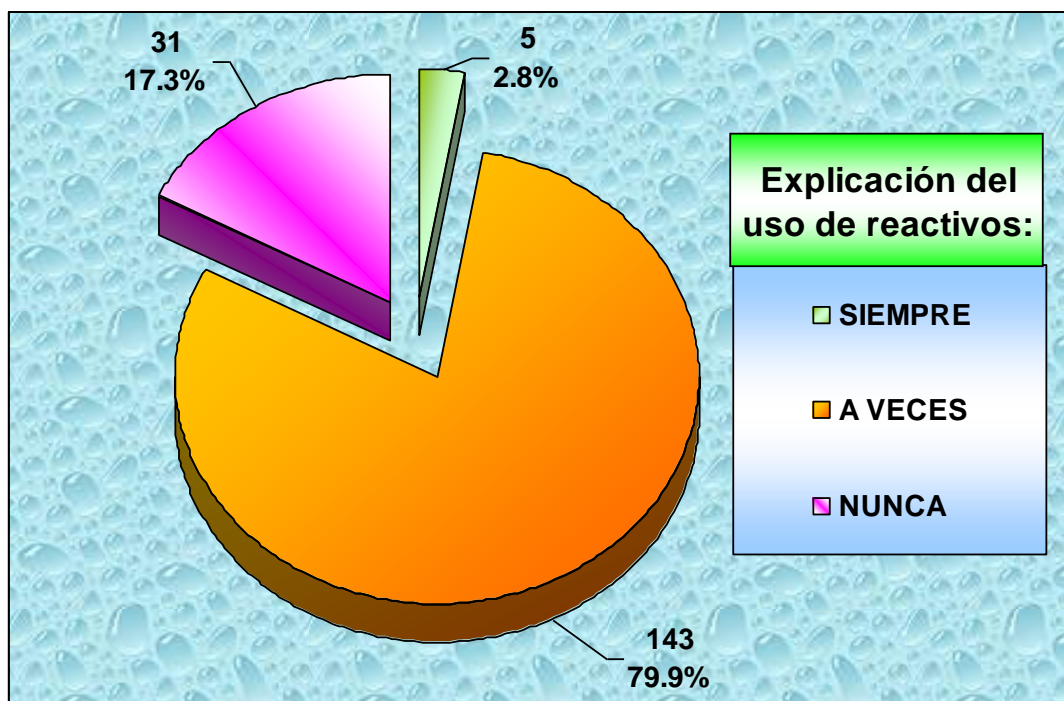


**Tabla 13. Explicación del uso de reactivos antes de las clases prácticas**

	Frecuencia	Porcentaje
SIEMPRE	5	2,8%
A VECES	143	79,9%
NUNCA	31	17,3%
Total	179	100,0%

Sólo el 2,8% de los alumnos señaló que SIEMPRE se les explica el uso de los reactivos químicos antes de la clase práctica, mientras que una frecuencia bastante alta de alumnos (79,9%) afirma que se les explica A VECES, y el 17,3% de los alumnos de la muestra manifestó que NUNCA se les explicó sobre el uso de reactivos químicos antes de las clases prácticas.

**Gráfico 13. Explicación del uso de reactivos químicos antes de las prácticas**

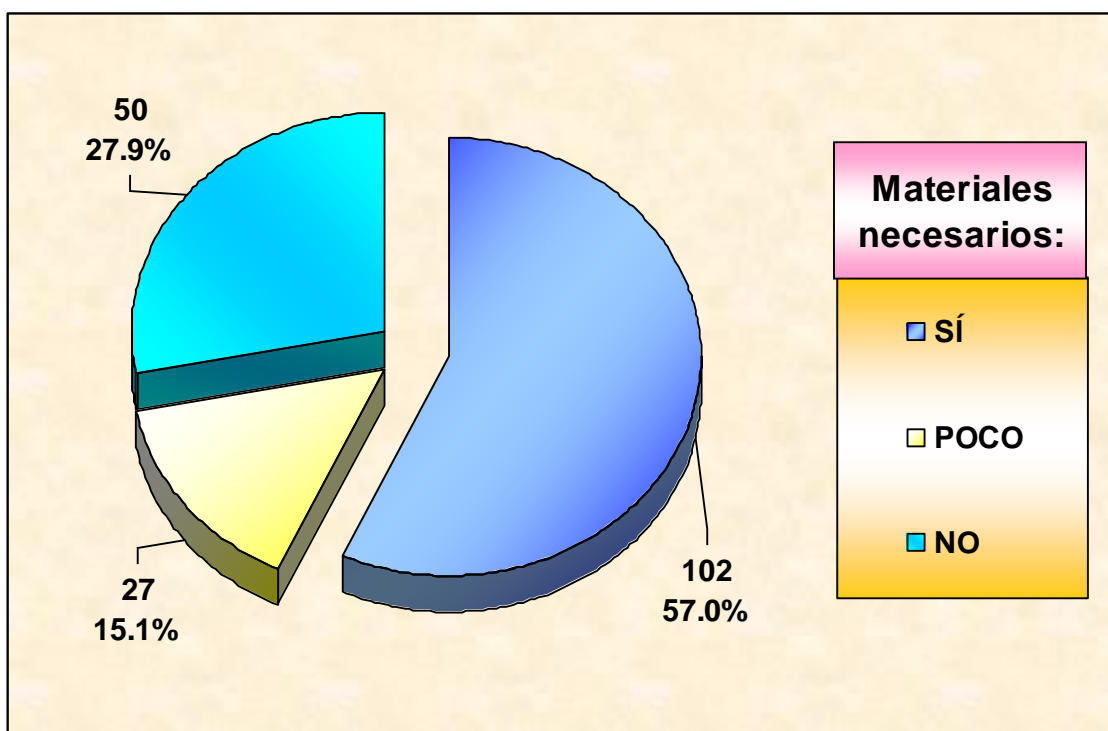


**Tabla 14. Materiales necesarios para las prácticas de laboratorios**

	Frecuencia	Porcentaje
SÍ	102	57,0%
POCO	27	15,1%
NO	50	27,9%
Total	179	100,0%

El 57% de los alumnos señaló que se cuenta con los materiales necesarios para las prácticas de laboratorio, mientras que el 15,1% indicó que POCO, y 27,9% mencionó que NO se contaba con tales materiales. Esto demuestra que no siempre se tienen los materiales necesarios para el desarrollo de las prácticas, asunto que debe contar con las previsiones del caso.

**Gráfico 14. Materiales necesarios para las prácticas de laboratorios**

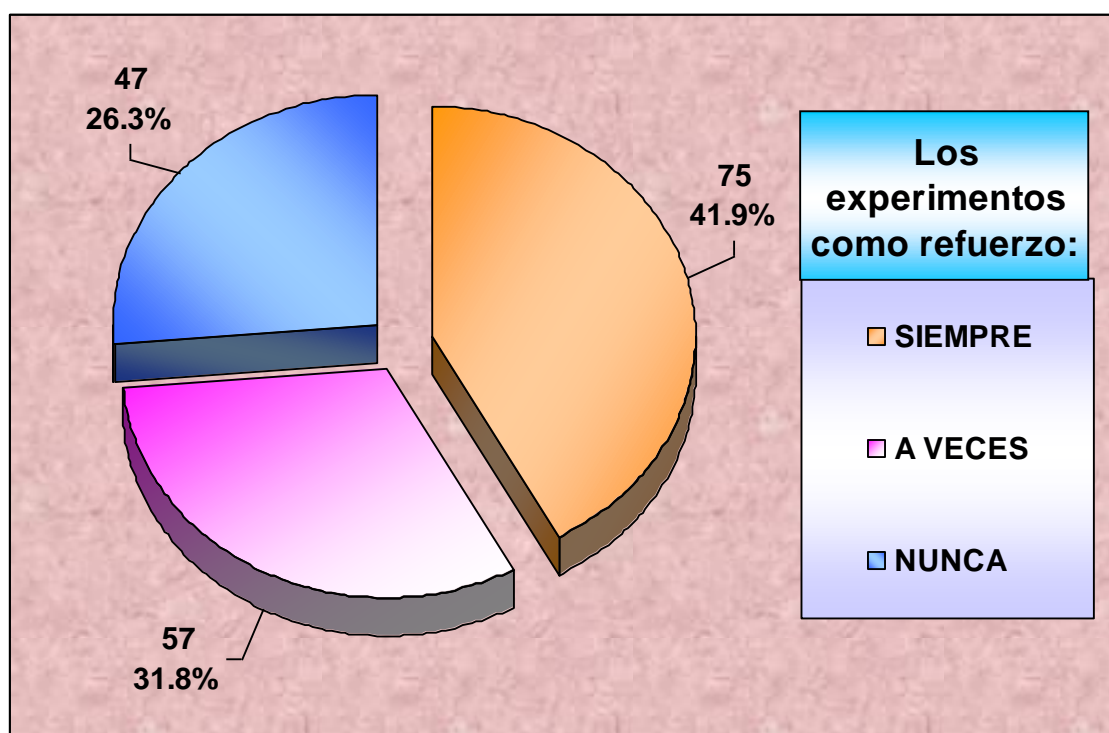


**Tabla 15. Los experimentos como refuerzo de los conocimientos en teoría**

	Frecuencia	Porcentaje
SIEMPRE	75	41,9%
A VECES	57	31,8%
NUNCA	47	26,3%
Total	179	100,0%

El 41,9% de los alumnos respondió que SIEMPRE los experimentos les ayuda a reforzar sus conocimientos adquiridos en teoría; el 31,8% contestó que A VECES, y el 26,3% manifestó que NUNCA. Este resultado indica que las prácticas, en general, complementan apropiadamente los conocimientos teóricos.

**Gráfico 15. Materiales necesarios para las prácticas de laboratorios**

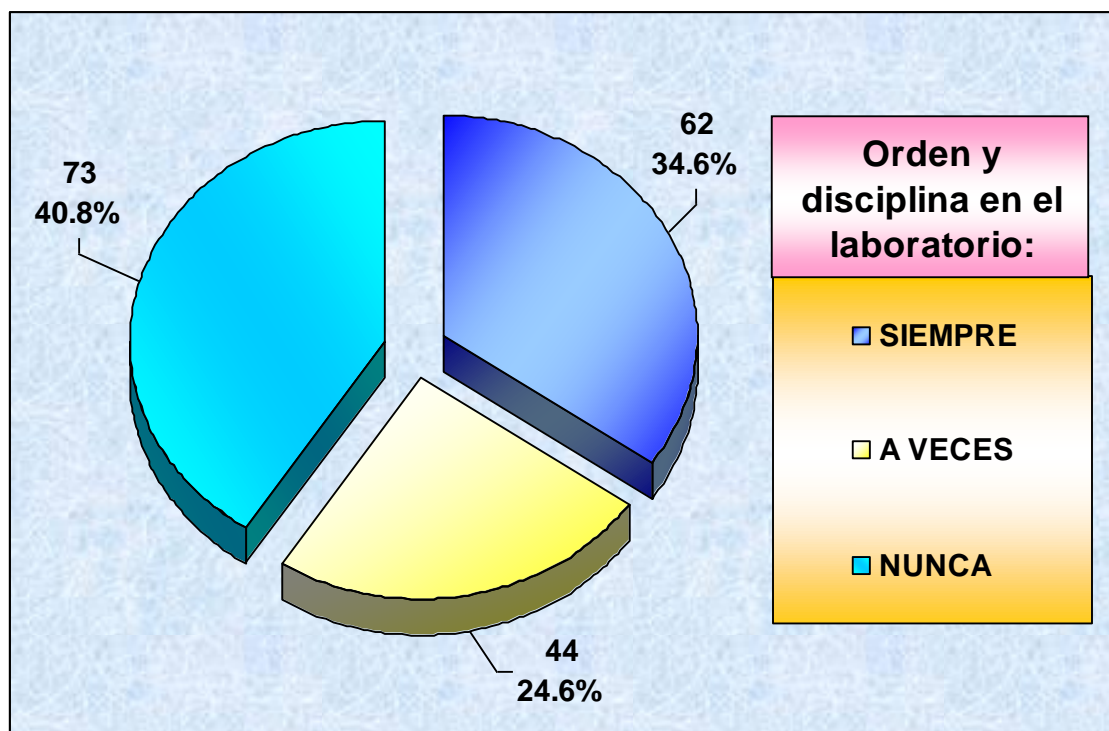


**Tabla 16. Orden y disciplina en el laboratorio**

	Frecuencia	Porcentaje
SIEMPRE	62	34,6%
A VECES	44	24,6%
NUNCA	73	40,8%
Total	179	100,0%

El 34,6% de los alumnos de la muestra respondieron que SIEMPRE se mantiene el orden y la disciplina en los laboratorios; el 24,6% señaló que A VECES; y el 40,8% que NUNCA. Este último indicador es preocupante, por cuando no se logra mantener el orden y la disciplina necesarios para crear un ambiente que permita un desarrollo más efectivo de las prácticas por parte de alumnos y profesores.

**Gráfico 16. Orden y disciplina en el laboratorio**

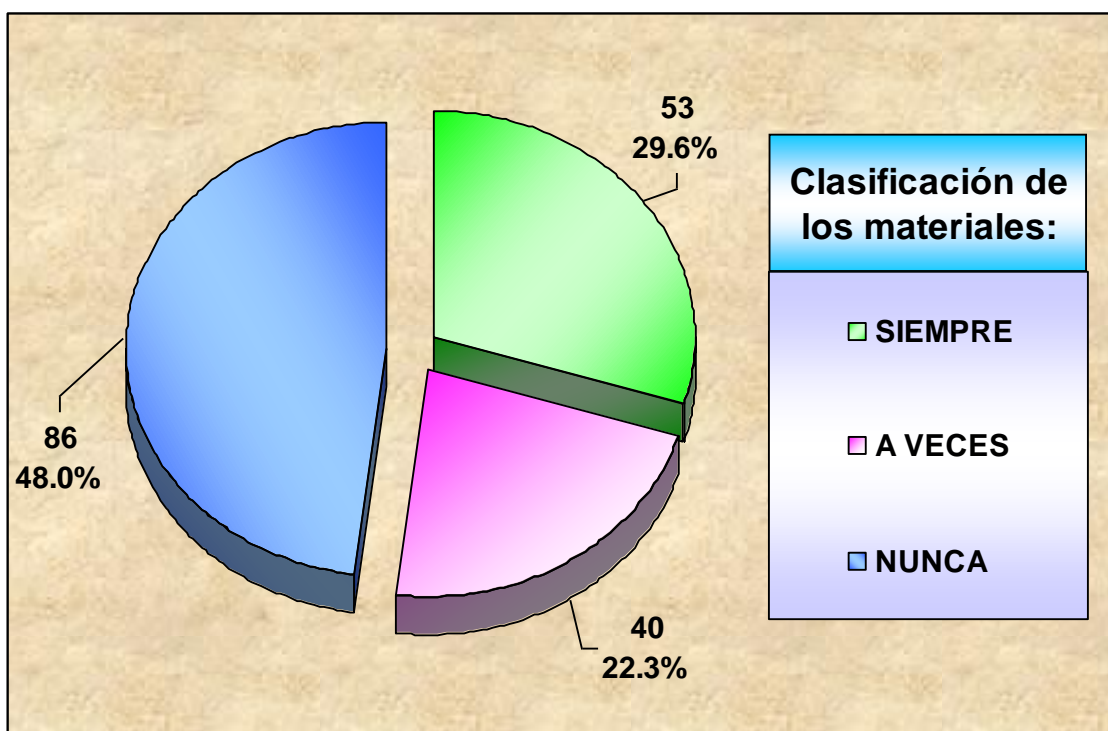


**Tabla 17. Clasificación de los materiales por el uso que se les da**

	Frecuencia	Porcentaje
SIEMPRE	53	29,6%
A VECES	40	22,3%
NUNCA	86	48,0%
Total	179	100,0%

Al respecto, el 29,6% de los alumnos respondió que los materiales se encuentran clasificados para el uso que se les da; el 22,3% sostiene que esto sucede A VECES; y un 48% afirma que NUNCA se procede a dicha clasificación. Por tanto, existe una percepción casi mayoritaria de que no se realiza adecuadamente la clasificación de los materiales de acuerdo a su uso.

**Gráfico 17. Clasificación de los materiales por el uso que se les da**

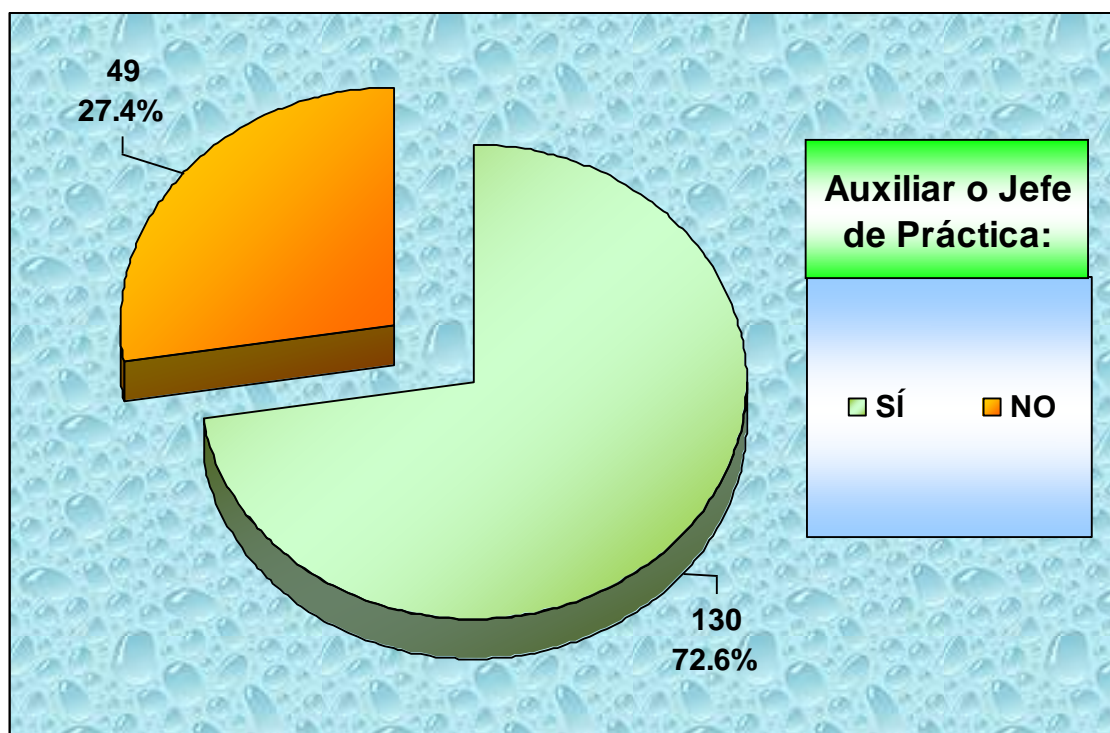


**Tabla 18. Auxiliar o Jefe de Práctica en el laboratorio**

	Frecuencia	Porcentaje
SÍ	130	72,6%
NO	49	27,4%
Total	179	100,0%

Un alto porcentaje de los alumnos de la muestra (72,6%) afirma que se cuenta con un Auxiliar o Jefe de Práctica en el laboratorio; mientras que sólo el 27,4% sostiene que no se dispone de tal Auxiliar o Jefe de Práctica. Es resultado indica que el profesor titular o que dirige las prácticas es apoyado en buena parte de las prácticas de laboratorio.

**Gráfico 18. Auxiliar o Jefe de Práctica en el laboratorio**



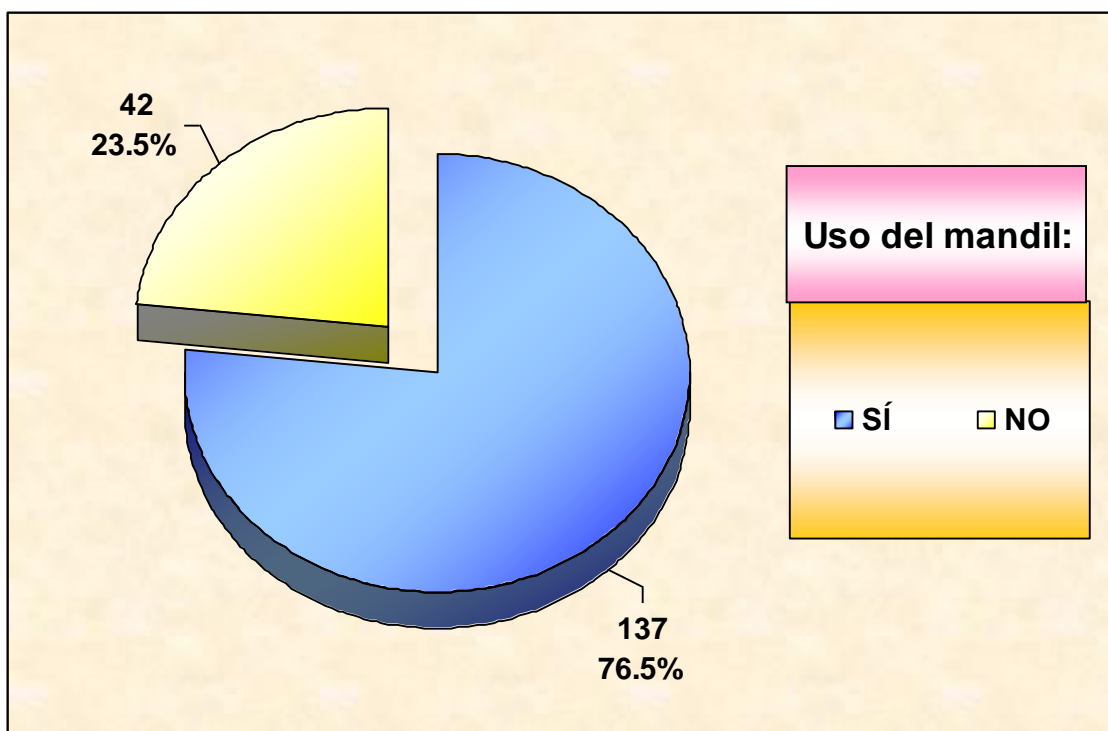


**Tabla 19. Ingreso al laboratorio con mandil como uso obligatorio**

	Frecuencia	Porcentaje
SÍ	137	76,5%
NO	42	23,5%
Total	179	100,0%

Aproximadamente, tres cuartas partes de la muestra de alumnos (76,5%) afirman ingresar al laboratorio con el mandil puesto, en cumplimiento a una de las reglas señaladas por la Facultad; y sólo el 23,5% hace caso omiso de esta norma e ingresa sin mandil al laboratorio. Hace falta, por consiguiente, hacer mayor énfasis en la difusión entre los alumnos de la importancia de cumplir con las medidas básicas de bioseguridad que se establecen en los laboratorios.

**Gráfico 19. Ingreso al laboratorio con mandil como uso obligatorio**

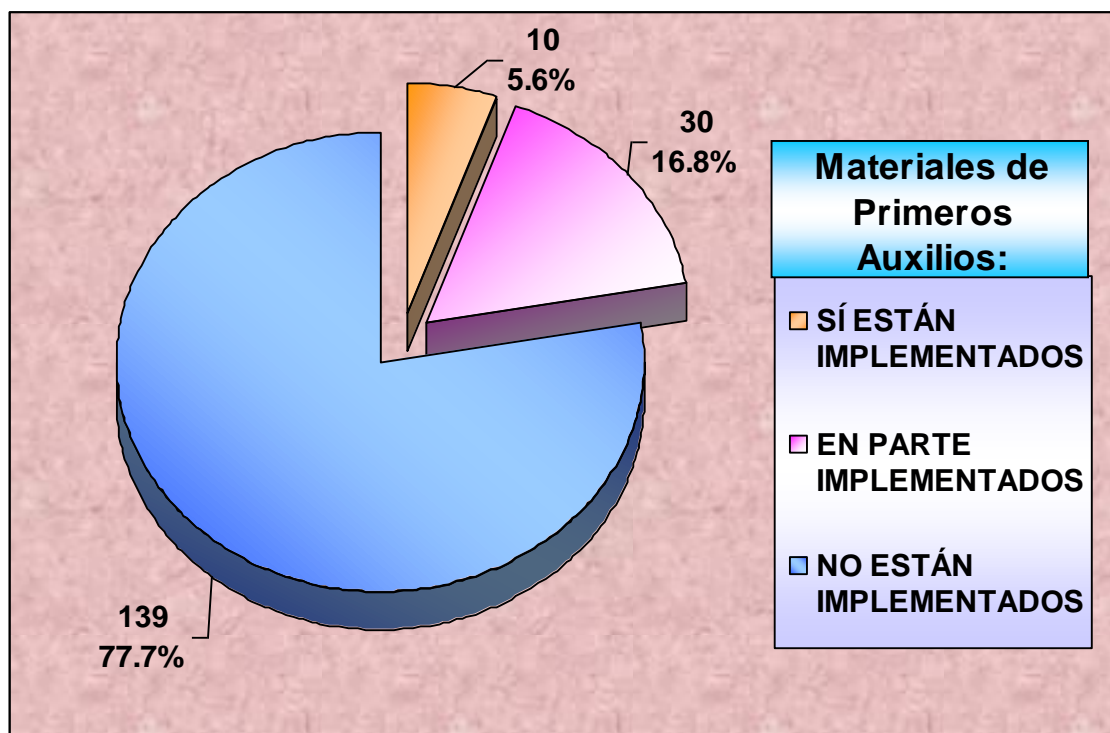


**Tabla 20. Materiales de primeros auxilios**

	Frecuencia	Porcentaje
SÍ ESTÁN IMPLEMENTADOS	10	5,6%
EN PARTE IMPLEMENTADOS	30	16,8%
NO ESTÁN IMPLEMENTADOS	139	77,7%
Total	179	100,0%

El 5,6% del alumnado manifestó que sí están implementados los laboratorios con materiales de primeros auxilios, en caso se presente una contingencia con los reactivos que son manipulados. Asimismo, el 16,8% sostiene que sólo en parte se encuentran implementados los laboratorios; y la mayoría de alumnos, es decir, el 77,7% afirma que los laboratorios no se encuentran debidamente implementados con los materiales de primeros auxilios. Estos indicadores muestran la necesidad, como en el caso anterior, de afianzar más en la importancia de cumplir con las medidas de bioseguridad, que incluye proteger la integridad física de los estudiantes y personal docente.

**Gráfico 20. Materiales de primeros auxilios**

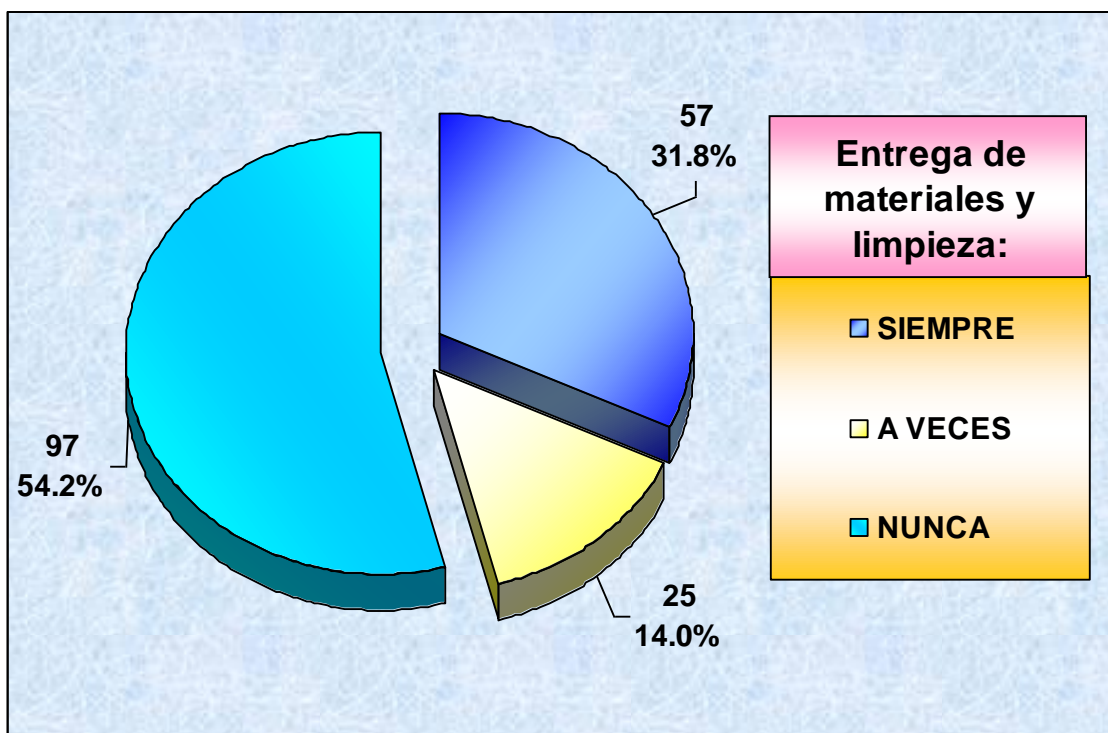


**Tabla 21. Entrega de materiales y limpieza del laboratorio en equipo luego de las prácticas**

	Frecuencia	Porcentaje
SIEMPRE	57	31,8%
A VECES	25	14,0%
NUNCA	97	54,2%
Total	179	100,0%

Al finalizar las prácticas, el 31,8% de los alumnos manifestó que SIEMPRE se entregan todos los materiales y se deja limpio trabajando en equipo; sólo el 14% afirma que A VECES se procede a estas actividades; y la mayoría de alumnos (54,2%) sostiene que NUNCA se hace entrega de materiales y limpieza en equipo. Se percibe, entonces, que hay irregularidades respecto a este rubro, con poco afán por el orden y la limpieza del laboratorio una vez realizadas las prácticas.

**Gráfico 20. Entrega de materiales y limpieza del laboratorio en equipo**



### 4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO CORRELACIONAL DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Para el análisis estadístico correlacional de las variables de estudio, se consideró la prueba estadística de correlación lineal de Pearson, tanto para la hipótesis general como para las hipótesis específicas, a través del coeficiente “r” que permitió determinar el grado de relación entre el uso de los laboratorios y cada uno de los contenidos del aprendizaje de los Modelos Biológicos en los alumnos universitarios de la muestra en estudio.

#### 4.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

**HG:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**HG<sub>0</sub>:** El uso de los laboratorios no influye significativamente en el aprendizaje de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**Tabla 22. Correlación entre el uso de laboratorios y el aprendizaje de Modelos Biológicos**

		Aprendizaje de Modelos Biológicos
Uso de laboratorios	Correlación de Pearson	<b>,554*</b>
	Sig. (bilateral)	,000
	N	179

\* La correlación es significativa al nivel de  $p < 0,01$  (bilateral).

Como se observa en la tabla 22, el coeficiente de correlación entre el uso de laboratorios y el aprendizaje de Modelos Biológicos alcanza un valor estadístico muy significativo ( $p < 0,01$ ). Por otro lado, este valor es indicativo de una correlación moderada (Elorza, 1987).

En consecuencia, puede decirse que existe en la muestra de alumnos del I ciclo de Estomatología una tendencia a que, ante un mayor uso de los laboratorios, se incremente el nivel de aprendizaje de los Modelos Biológicos.

Por consiguiente, y en vista de los resultados, hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de la hipótesis general.

#### 4.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

**HE<sub>1</sub>:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje cognitivo de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**HE<sub>0</sub>:** El uso de los laboratorios no influye significativamente en el aprendizaje cognitivo de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**Tabla 23. Correlación entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Cognitivo de Modelos Biológicos**

		Aprendizaje Cognitivo de Modelos Biológicos
Uso de laboratorios	Correlación de Pearson	<b>,187</b>
	Sig. (bilateral)	,078
	N	179

Como se aprecia en la tabla 23, el coeficiente de correlación de Pearson presenta una cuantía estadística que no es significativa ( $r = 0,187$ ; sig. =  $0,078$ ). Como sostiene Elorza (1987), esta cuantía es, además, indicadora de una correlación débil; es decir, la relación entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Cognitivo de los Modelos Biológicos en los alumnos del I ciclo de Estomatología de la muestra no es significativa.

El aprendizaje Cognitivo de los Modelos Biológicos hace alusión a forma en que el alumno establece relaciones de causa-efecto entre determinados fenómenos de la Biología, identifica especies biológicas, analiza las características de modelos biológicos, plantea nuevos modelos, interpreta modelos biológicos, y explica las funciones del objeto de estudio de un modelo biológico.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados obtenidos, al no encontrarse una relación significativa entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Cognitivo de los Modelos Biológicos, se acepta la hipótesis nula de la primera hipótesis específica.

#### 4.3.3 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

**HE<sub>2</sub>:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje procedimental de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**HE<sub>0</sub>:** El uso de los laboratorios no influye significativamente en el aprendizaje procedimental de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**Tabla 24. Correlación entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Procedimental de Modelos Biológicos**

		Aprendizaje Procedimental de Modelos Biológicos
Uso de laboratorios	Correlación de Pearson	<b>,464*</b>
	Sig. (bilateral)	,000
	N	179

\* La correlación es significativa al nivel de  $p < 0,01$  (bilateral).

En la tabla 24 puede observarse que la correlación entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Procedimental de los Modelos Biológicos es estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ); pero, a la vez, es de cuantía débil (Elorza, 1987). Por lo tanto, puede afirmarse que en la muestra de estudiantes del I ciclo de Estomatología, en la medida en que se incrementa el uso de laboratorios, se incrementa también el aprendizaje Procedimental de los Modelos Biológicos.

El aprendizaje Procedimental se refiere al aprendizaje de los contenidos de los Modelos Biológicos que tienen que ver con la manera en que el alumno analiza conceptos, usa diversas bibliografías, maneja técnicas de dinámica grupal, aplica sus aprendizajes, sigue pautas de trabajo, recolecta información, maneja el proceso científico, y aplica secuencialmente el tratamiento de los insumos.

De acuerdo a los resultados de correlación, al existir relación significativa entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Procedimental de los Modelos Biológicos, se puede concluir que nada se opone para rechazar la hipótesis nula de la segunda hipótesis específica.

#### 4.3.4 HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

**HE<sub>3</sub>:** El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje actitudinal de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**HE<sub>0</sub>:** El uso de los laboratorios no influye significativamente en el aprendizaje actitudinal de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

**Tabla 25. Correlación entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Actitudinal de Modelos Biológicos**

		Aprendizaje Actitudinal de Modelos Biológicos
Uso de laboratorios	Correlación de Pearson	<b>,338*</b>
	Sig. (bilateral)	,000
	N	179

\* La correlación es significativa al nivel de  $p < 0,01$  (bilateral).

El estadístico de Pearson, según los resultados mostrados en la tabla 25, presenta una cuantía muy significativa ( $p > 0,01$ ). Aunque, en opinión de Elorza (1987), la correlación es débil. En consecuencia, puede sostenerse que existe una tendencia a que a un mayor uso de los laboratorios se incremente el aprendizaje Actitudinal de los Modelos Biológicos en la muestra de alumnos del I ciclo de Estomatología.

El aprendizaje Actitudinal de los Modelos Biológicos está relacionado con el mantenimiento del orden y la limpieza por parte del alumno, si éste muestra actitud científica, presenta tolerancia al cambio, en qué medida valora los modelos, valora los aportes científicos y acepta las críticas de sus compañeros.



En conclusión, sobre la base de los resultados de la correlación, al existir relación muy significativa entre el uso de laboratorios y el aprendizaje Actitudinal de los Modelos Biológicos, se rechaza la hipótesis nula de la tercera hipótesis específica.

#### **4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados detectados con la correlación lineal de Pearson indican que existe una relación muy significativa entre el uso de los laboratorios y el aprendizaje de los Modelos Biológicos en los estudiantes del I ciclo de Estomatología de diferentes universidades de Lima. Bunge (1972) sostiene la necesidad de la experimentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno, en la medida en que la realización de experimentos enriquece su repertorio personal, y desarrolla su espíritu crítico, logrando una mayor retención de conocimientos y mejorando el trabajo en equipo.

Respecto a la primera hipótesis específica, se encontró que no existe relación significativa entre el uso de los laboratorios y el aprendizaje Cognitivo de los Modelos Biológicos. Cabe aclarar, que –al encontrarse en este estudio indicadores de calidad deficiente en el uso de los laboratorios, pues adolece de la debida implementación por parte de las autoridades académicas– el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Biología es predominantemente cognitivista, es decir, el alumno adquiere los conocimientos teóricos, los marcos conceptuales acerca de los Modelos Biológicos, estableciendo relaciones entre sus conceptos, o definiendo de algún modo más o menos preciso un determinado modelo, pero de manera pasiva, recurriendo poco frecuentemente a la experiencia a través de las prácticas de laboratorio.

En tal sentido, Hernández (2001) observa, por su parte, que cuando los insumos no son otorgados oportunamente en las cantidades requeridas impide el cumplimiento del trabajo científico experimental de docentes y alumnos, perjudicando la relación teórico-práctica; y plantea que se deben modernizar los laboratorios en infraestructura física, así como en la tecnología y los insumos

respectivos en todo centro académico donde se realice trabajos experimentales de investigación.

Con referencia a la segunda hipótesis específica, se encontró una relación muy significativa entre el uso de los laboratorios y el aprendizaje Procedimental de los Modelos Biológicos en los alumnos de la muestra. Serias deficiencias se han encontrado en el aprendizaje de los contenidos Procedimentales, en el que predomina un nivel bajo; el estudiante no maneja adecuadamente las técnicas de dinámica grupal, por cuanto no existe un trabajo en equipo coordinado. Es posible que el rol del docente, junto con el del Auxiliar o del Jefe de Práctica sea importante en la motivación al alumno para que despierte su interés por los experimentos, máxime cuando se presentan deficiencias en la implementación de los laboratorios.

Al respecto, Hernández (2001) concluye que los docentes que desarrollan asignaturas donde se relaciona la Teoría con la Práctica no cuentan con la experiencia adecuada en enseñanza-aprendizaje y muchos no tienen capacitación especializada, lo que influye tanto en la calidad de la enseñanza así como la motivación de los estudiantes para realizar trabajos de investigación científica experimental. De igual forma, Hernández (2001) trata el tema individual del laboratorio, al señalar su importancia en todas las asignaturas de la especialidad en estudio, observando que los materiales y equipos con los que se cuenta apenas reúnen los requisitos académicos mínimos debido a su obsolescencia así como a su cantidad reducida, lo cual no permite un adecuado uso para las prácticas curriculares y para las tareas de Investigación Científica a ser desarrolladas por los docentes y estudiantes.

En cuanto a la tercera hipótesis específica, los resultados muestran una relación muy significativa entre el uso de los laboratorios y el aprendizaje Actitudinal de los Modelos Biológicos en los estudiantes del I ciclo de Estomatología. Los contenidos Actitudinales del aprendizaje de los Modelos Biológicos se relacionan con el mantenimiento del orden y la limpieza por parte del alumno; en este estudio se encontró que existe una deficiente participación en equipo que permita mantener el orden y proceder a la limpieza luego de las

prácticas de laboratorio. El aprendizaje implica, además, que el estudiante muestre actitud científica, presenta tolerancia al cambio, en qué medida valora los modelos, valora los aportes científicos y acepta las críticas de sus compañeros.

En resumen, según lo manifestado por los alumnos, que la universidad debería de promover el uso del laboratorio con más frecuencia, para así facilitar el aprendizaje de los Modelos Biológicos por parte de los estudiantes. Ausubel (2002), en su teoría del aprendizaje significativo, distingue las siguientes clases: referido a la formación de conceptos y referido a la solución de problemas. Hechas estas clasificaciones se distinguen dos procesos: aprendizaje por repetición y aprendizaje por descubrimiento. Este último se produce cuando las nuevas ideas son relacionadas con ideas relevantes de mayor nivel de abstracción, generalidad e inclusividad. Estas ideas o conceptos previos que posee el que aprende se denominan inclusores y sirven de anclaje para las nuevas ideas.

En base a la teoría ausubeliana, se puede afirmar que para motivar el estudio e interés de los alumnos es preciso incentivarlos con las prácticas en el laboratorio para impulsar la creatividad y la imaginación, el deseo de probar, averiguar y validar algunos conocimientos, motivo suficiente para sentirse investigador, lo cual sistemáticamente lo irá aumentando, de acuerdo a razonables estímulos. Es necesario, además, el conocimiento de alto nivel de parte de los catedráticos de la universidad, sobre el manejo de instrumentos, equipos y reactivos del laboratorio, para que puedan transmitir a los estudiantes la seguridad y convicción de lo que están realizando, sin temor a equivocarse por falta de orientación, lo que hace dudar, y bloquear algunas decisiones para poder comprobar alguna hipótesis planteada durante el proceso de investigación.

La pertinencia de la práctica con la teoría da confianza y convicción a los alumnos, para seguir investigando, planteándose supuestos problemas y resolverlos creativamente, lo cual constituye una educación de calidad, el manejo y uso adecuado de instrumentos y equipos en experimentos concretos, que implica la realización de montajes de equipos, mediciones con instrumentos apropiados y expresión de las cantidades obtenidas de una manera clara y

precisa, procurando el ejercicio en el dominio de capacidades y actitudes objetivas hacia el estudio de las ciencias, consolidando sus experiencias mediante la aplicación de sus conocimientos.

Las actitudes positivas de los alumnos se reflejan en la conservación, mantenimiento e interés de los alumnos, el ingreso se realiza en forma ordenada y se ubican de acuerdo a sus grupos de trabajo, leen detenidamente su guía práctica de laboratorio, escuchan con atención las indicaciones de su profesor e inmediatamente empiezan a realizar los experimentos, manteniendo el orden y cuidado por los materiales e instrumentos a utilizar.

Se concluye, que los alumnos muestran interés por el estudio y la investigación, es motivo por el cual desean que la frecuencia de uso del laboratorio sea en forma constante, para analizar y experimentar la parte teórica y llegar a un convencimiento verificado por la práctica en cual van a inferir ideas y cooperar académicamente con sus compañeros de clase, esta preocupación de los estudiantes hace que la universidad tenga que necesariamente contar con profesionales que estén en un nivel elevado de conocimientos para poder satisfacer las inquietudes de los alumnos, al mismo tiempo los equipos e instrumentos estén operativos, los materiales e insumos actualizados para poder observar correctamente los procesos que se llevan a cabo.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

1. Los resultados muestran que el uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.
2. El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje cognitivo de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.
3. El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje procedimental de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.
4. El uso de los laboratorios influye significativamente en el aprendizaje actitudinal de los modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana.

5. El nivel predominante en el uso de los laboratorios por parte de los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana es el nivel Bajo.
6. El nivel predominante en el aprendizaje cognitivo de modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana es el nivel Medio.
7. El nivel predominante en el aprendizaje procedimental de modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana es el nivel Bajo.
8. El nivel predominante en el aprendizaje actitudinal de modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana es el nivel Bajo.
9. En términos generales, el nivel predominante en el aprendizaje de modelos biológicos en los estudiantes universitarios de Lima Metropolitana es el nivel Bajo.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Capacitar a los docentes en estrategias metodológicas, uso de los materiales de laboratorio y relaciones humanas.
2. Implementar con materiales, instrumentos y equipos, los laboratorios, para que puedan cumplir así un rol importante en la enseñanza-aprendizaje.
3. Programar con responsabilidad clases teórico-prácticas, y verificar que se cumplan.
4. La intencionalidad debe estar conducida hacia el desarrollo de capacidades y logro de aprendizajes en los estudiantes del I ciclo de Estomatología.

## BIBLIOGRAFÍA

A.F.A. (1992). **MÉTODOS DE LA NUEVA EDUCACIÓN**. Edito. Importadores. UNESCO, Perú.

ALANIS, A. (2000). Saber y saber hacer en la investigación. **Revista digital de educación y nuevas tecnologías**, Número 12 – Octubre.

AUSUBEL, D. P. (2002). **ADQUISICIÓN Y RETENCIÓN DEL CONOCIMIENTO. UNA PERSPECTIVA COGNITIVA**. Ed. Paidós. Barcelona.

BARRIOS, M. (1980). **DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y POSTGRADO**. Pág. 96 – 132.

BOLETÍN BIBLIOGRÁFICO DE SAN MARCOS (1974). Edit. San Marcos, pág.172.

BRUCE, ALBERT Y OTROS (1992). **BIOLOGÍA MOLECULAR DE LA CÉLULA**. Edit. Omega.

BRUCE, ALBERT. (2002) **BIOLOGÍA MOLECULAR**. Edito. Trillas. México.

BUNGE, MARIO (1972). **LA CIENCIA. SU MÉTODO Y FILOSOFÍA**. Edit. Siglo XX. Buenos Aires.

BUNGE, MARIO (1999). FONDO EDITORIAL GARCILASO. 344 Págs. Lima, Perú.

DEAN, HAMER (2001). **EL MISTERIO DE LOS GENES**. 2da. edic. Edit. Vergara. Argentina.



DELGADO–IRIBARRE (1994). **MICROBIOLOGÍA.** Edito. Interamericana.1ra. Edición.

DI PRISCO, C. Y MAGNER, Erika (1990). **INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS UNIVERSIDADES.** Caracas. Interciencia.

FERSHT, A. (1990). **ESTRUCTURA Y MACANISMO DE LAS ENZIMAS** 1RA. edic. Edit. Reverte S.A.

FONDO EDUCATIVO ESPAÑOL S.A. (1993). **LA BIOLOGÍA MOLECULAR DEL GEN.** 1ra. edic.

GARNER, HOWARD (2000). **LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES,** Edito. Cultura Económica. México.

GONZALES TORRES, CORNELIO Y FIGUEROA (1998). **BIOLOGÍA.** Edito. Crisol. Perú.

JEFFREY, J. BAKER, W. y Otros (1990). **BIOLOGÍA E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.** Universidad Cambridge, 9na. Edición.

KARP, GERALD (1993). **BIOLOGÍA CELULAR.** 2da.edic. Edit. McGraw Hill.

KIMBAL, R. (1992). **BIOLOGÍA.** Fondo Editorial interamericano. Bogotá.1ra edic.

LEWIN, BENJAMÍN (1997). **GENES.** 2da.edic. Edit.Reverte S.A. Barcelona.

MACARULLA, JOSÉ y GOÑI, F. (1993). **BIOMOLÉCULAS.** 3ra. edic. Edit Harla. México.

MARROQUÍN ROLDÁN, AURORA (2003). HISTORIA DE LA EDUCACIÓN PERUANA. Edit. San Marcos.

MURRELS, ROBERTS (1997). **INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA GENÉTICA**. 5ta.Edic. Edit. Trillas. Argentina.

NOSSAL, G. (2001). **LOS LÍMITES DE LA MANIPULACIÓN GENÉTICA** 1ra.edic. Edit. Gedisa. España.

ONDARZA, RAÚL (1997). **BIOLOGÍA MODERNA**. 4ta.edic. Edit. Trillas. Argentina.

ORTEGA y GASSET, J. (1968). **LA MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD**. En Revista de Occidente. Madrid. 5ta. Edición.

PISCOYA HERMOSA, LUIS (2001). **INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EDUCACIONAL**. Amaru Editores. 3ra.Edición.

PORTAENCASA, R. (1997). **LA UNIVERSIDAD VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL SIGLO XXI. VISIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**. UNESCO. Publicado por la Asamblea Nacional de Rectores. Tomo I.

PURROY, JESÚS (2002) **LA ERA DEL GENOMA**. 3ra. edic. Edit. Salvat. Editores. Barcelona.

RIVEROS G., HÉCTOR. (1994). **EL MÉTODO CIENTIFICO APLICADO A LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES**. Edito. Trillas. México.

SÁNCHEZ, H. Y REYES, C. (2006). **METODOLOGÍA Y DISEÑOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**. Lima: Visión Universitaria.

STANSFIELD, WILLIAMS (1992). **GENÉTICA**. 3ra. edic. Edit. McGraw Hill. México.

SOBERÓN MAINERO, XAVIER (2000). **LA INGENIERÍA GENÉTICA Y LA NUEVA BIOTECNOLOGÍA**. 1ra.edic. Edit. Ciencia para todos. México.

STRYER, LUBERT (1979). **BIOQUÍMICA**. Edit. Renerte S.A. 3ra.edición.

WALLACE, ROBERT (1994). **BIOLOGÍA**. 6ta. edición. Edit. Harla. México.

YUREM CAMARENA, MARÍA T. (1994). **LEYES, TEORÍAS Y MODELOS**.  
Edit. Trillas. México, Décima Edición.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### ENCUESTA

**INSTRUCCIONES:** Para poder optar el Grado Académico de Magíster en Administración Educativa, estoy realizando una encuesta sobre el “USO DE LOS LABORATORIOS EN EL APRENDIZAJE DE MODELOS BIOLÓGICOS”, para alumnos del I Ciclo de las facultades de Estomatología. Esta encuesta no debe tardar más de 10 minutos. ¿Podría Ud. colaborar conmigo, subrayando con la mayor sinceridad y veracidad su respuesta a las preguntas que aparecen en la presente ficha? MUCHAS GRACIAS.

DATOS GENERALES:

A) Universidad donde estudia: \_\_\_\_\_

B) Sexo: M ( ) F ( ) C) Edad: \_\_\_\_\_

1. La Universidad ¿promueve el uso de laboratorios en la Facultad de Estomatología?

Sí

No

2. ¿Cuál es la frecuencia con que asiste Ud. al laboratorio de Biología?

Una vez a la semana    dos veces    tres veces    más de tres veces

3. ¿Qué cantidad de prácticas desarrollan en el curso de Biología?

4 a 5

6 a 7

8 a 9

10 a más

4. ¿Cómo consideras la calidad de uso del laboratorio de Biología?

Óptimo

Regular

Deficiente

5. ¿Cómo es el manejo de equipos?

Con alto conocimiento

Regular conocimiento

Poco conocimiento

6. ¿Realizan experimentos utilizando reactivos químicos?

Sí

No

7. ¿Sabes usar los reactivos químicos para cada práctica?

Sí

Poco

Nada

8. ¿Explican el uso de los reactivos antes de la clase práctica?

Siempre

A veces

Nunca

9. ¿Cuenta con los materiales necesarios para las prácticas de laboratorio?

Sí

Poco

No

10. ¿Ayudan los experimentos a reforzar los conocimientos adquiridos en la teoría?

Siempre

A veces

Nunca

11. ¿Mantienen el orden y disciplina en el laboratorio?

Siempre

A veces

Nunca

12. Los materiales ¿se encuentran clasificados por el uso que se les da?

Siempre

A veces

Nunca

13. El laboratorio ¿cuenta con un Auxiliar o Jefe de Práctica?

Sí

No

14. ¿Ingresan al laboratorio con el mandil como uso obligatorio?

Sí

No

15. ¿Cuenta con los materiales de primeros auxilios ya que algunos reactivos podrían causar lesiones?

Sí están implementados

En parte implementados

No están implementados

16. Al finalizar las prácticas ¿se entregan todos los materiales y se deja todo limpio trabajando en equipo?

Siempre

A veces

Nunca

## ANEXO 2

### LISTA DE COTEJO

#### Estimado docente:

El propósito de esta Lista de Cotejo es el de medir el nivel de aprendizaje de los modelos biológicos en cada uno de sus alumnos de la asignatura de Biología, considerando los contenidos cognitivos, procedimentales y actitudinales. Creemos que la información que usted nos brinde va a ser de suma utilidad, por lo que agradecemos anticipadamente su participación al utilizar esta Lista de Cotejo.

Apellidos y nombres del alumno: \_\_\_\_\_

Sexo: M ( ) F ( )

Ciclo: \_\_\_\_\_ Aula: \_\_\_\_\_ Universidad: \_\_\_\_\_

Marque un check debajo de la opción **SÍ** o **NO** según se verifique o no el indicador de aprendizaje.

ÍTEM	APRENDIZAJE DE MODELOS BIOLÓGICOS	SÍ	NO
	<b>CONTENIDO COGNITIVO</b>		
1	Establece relaciones de causa – efecto		
2	Identifica especies biológicas		
3	Analiza las características de modelos biológicos		
4	Plantea nuevos modelos		
5	Interpreta modelos biológicos		
6	Explica las funciones del objeto de estudio de un modelo		
	Subtotal		
	<b>CONTENIDO PROCEDIMENTAL</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
7	Analiza conceptos		
8	Usa diversas bibliografías		
9	Maneja técnicas de dinámica grupal		
10	Aplica sus aprendizajes		
11	Sigue pautas de trabajo		
12	Recolecta información		
13	Maneja el proceso científico		
14	Aplica secuencialmente el tratamiento de los insumos		
	Subtotal		
	<b>CONTENIDO ACTITUDINAL</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
15	Mantiene el orden y la limpieza		
16	Muestra actitud científica		
17	Presenta tolerancia al cambio		
18	Valora los modelos		
19	Valora los aportes científicos		
20	Acepta las críticas de sus compañeros		
	Subtotal		
	Total		