

MÁSTER DE PROFESORADO EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA, BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

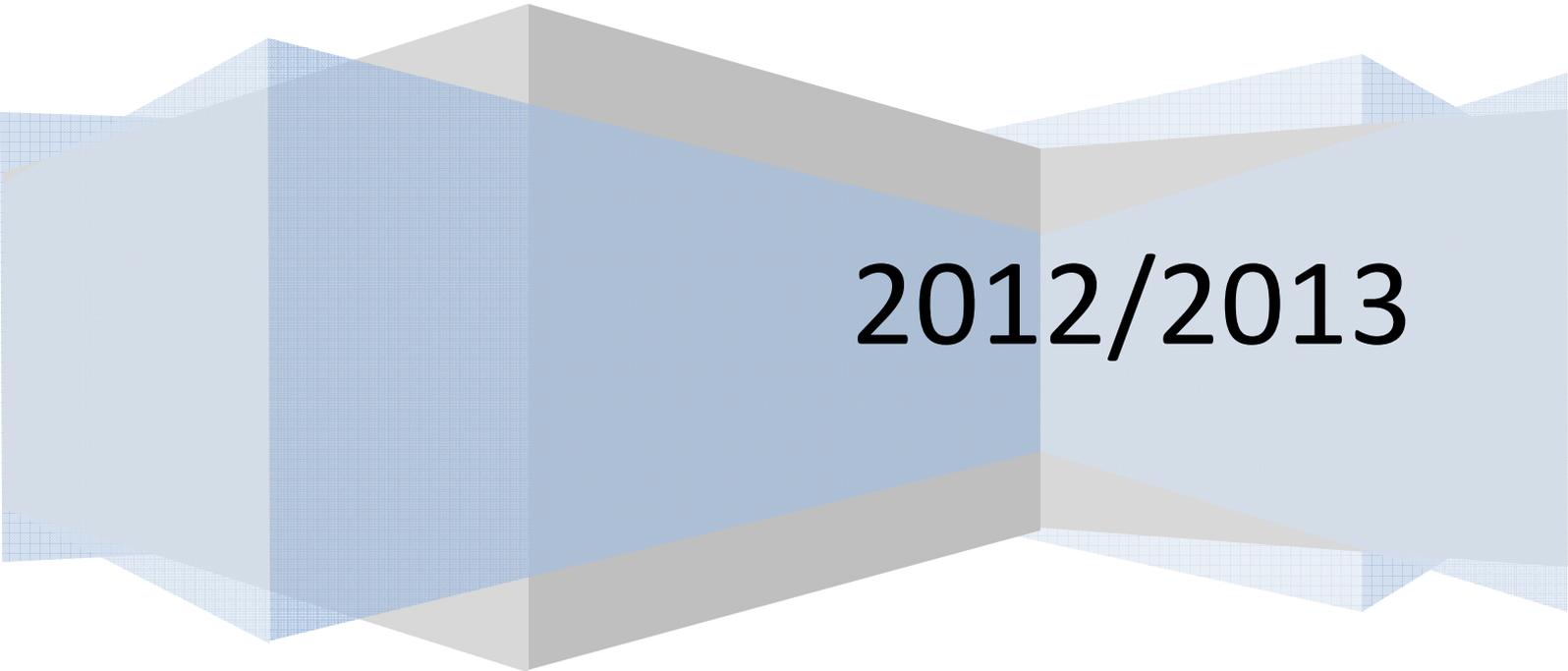
# TRABAJO FIN DE MÁSTER

“Enseñanza de la Biología y la Geología en la Educación Secundaria: evolución, tendencias y resultados.”

AUTORA: Irene Abajo Cuadrado

TUTOR: Jaime Delgado Iglesias

ESPECIALIDAD: Biología y Geología



2012/2013

# ÍNDICE

• <b>Justificación del Trabajo Fin de Máster</b> .....	Pág. 3
• <b>Antecedentes históricos</b> .....	Pág. 4
○ Teorías.....	Pág. 4
▪ Teoría y Modelo de Gagné.....	Pág. 4
▪ Introducción al Constructivismo.....	Pág. 6
• Teoría del Aprendizaje de Piaget.....	Pág. 6
• Teoría de Vigostky.....	Pág. 8
• Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel....	Pág. 10
• Teoría de los Constructos Personales de Kelly.....	Pág. 11
• Teoría del Cambio Conceptual.....	Pág. 13
▪ El Constructivismo.....	Pág. 14
○ Modelos.....	Pág. 15
▪ Modelo Tradicional.....	Pág. 15
▪ Modelo Tecnológico.....	Pág. 16
▪ Modelo por Descubrimiento.....	Pág. 18
▪ Modelo Constructivista.....	Pág. 19
○ Métodos.....	Pág. 20
• <b>Comparación metodológica</b> .....	Pág. 25
○ Cambios en el temario a impartir y organización del mismo.....	Pág. 28
○ Cambios en los contenidos.....	Pág. 49
○ Cambios en las actividades del libro.....	Pág. 58
○ Cambios en la metodología.....	Pág. 65
○ El papel de las TICs.....	Pág. 69
○ Cambios en las actividades de clase.....	Pág.72
○ Cambios en la evaluación.....	Pág. 75
○ Excursiones/Visitas escolares.....	Pág. 77
○ El papel de las Competencias.....	Pág. 79
○ Formación del profesorado.....	Pág. 82
• <b>Resultados en el aula</b> .....	Pág. 85
• <b>Datos académicos: Informe PISA 2009</b> .....	Pág. 87
• <b>Propuesta metodológica</b> .....	Pág. 92
• <b>Conclusiones</b> .....	Pág. 94
• <b>Anexo</b> .....	Pág. 96
• <b>Bibliografía</b> .....	Pág. 97

## 1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Ha pasado mucho tiempo desde que comenzara el Máster para Profesorado en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

En todo este tiempo hemos abordado contenidos de muchas disciplinas diferentes, hemos estudiado modelos, teorías, metodologías y recursos diferentes (aplicados a la enseñanza de la Biología y la Geología, y de las Ciencias Naturales en general) y hemos vivido experiencias en centros escolares.

Sin embargo, siempre se han tratado de manera muy compartimentada e individualizada en asignaturas como Didáctica de la Biología y la Geología, Diseño Curricular en Biología y Geología, Metodología y Evaluación en Biología y Geología, Innovación Docente en Biología y Geología e Iniciación a la Investigación Educativa en Biología y Geología. En definitiva, de una manera ligeramente estanca y sin terminar de interrelacionar los contenidos.

Por todo ello, este Trabajo Fin de Máster pretende relacionar todos estos aspectos (metodología, contenidos, estructuración, organización, actividades, recursos, etc.) en el marco de la Biología y la Geología y actuar como análisis de su evolución y resultados a lo largo de los últimos años.

**Palabras clave:** metodología didáctica, modelo didáctico, currículo, actividades, competencias, evaluación, TICs, profesorado.

## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A lo largo de la historia, tanto en el ámbito de la Biología y la Geología, como en el del resto de ciencias y materias objeto de estudio, multitud de autores han defendido diferentes tipos de teorías relativos al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las distintas **Teorías** se han visto plasmadas en **Modelos Didácticos** y la aplicación práctica de los mismos se ha llevado a cabo mediante los distintos **Métodos Didácticos**.

Empezaré esta revisión por las primeras.

Las **Teorías de Aprendizaje** describen la manera en que los teóricos creen que las personas adquieren nuevos conceptos e ideas; y, frecuentemente, explican la relación entre la información que ya tenemos y la nueva información que tratamos de asimilar.

A su vez, dentro de estas teorías del aprendizaje, tenemos diferentes corrientes.

A continuación, voy a realizar un breve repaso a las teorías que han tenido mayor influencia, centrándome en sus distintos planteamientos y propuestas.

- Teoría y modelo de Gagné

Gagné (psicólogo norteamericano nacido en 1916) define el aprendizaje como un cambio en la capacidad o disposición humana, relativamente duradero y que no puede ser explicado por procesos de maduración.

Es, por tanto, una teoría conductista, dado que estudia la inteligencia y la mente desde el punto de vista de la observación de de las conductas, comportamientos o reacciones ante la exposición a estímulos externos.

Su modelo y procesos (analizados en su libro de 1970 “Las condiciones del aprendizaje”) pueden explicarse como el ingreso de información a un sistema estructurado donde esta información será modificada y reorganizada y, como consecuencia de dicho proceso, esa información procesada generará una respuesta.

Se trata de un modelo acumulativo que plantea 8 tipos de aprendizaje:

- Aprendizaje de Signos y Señales.
- Aprendizaje de Respuestas Operantes.
- Aprendizaje En Cadena.
- Aprendizaje de Asociaciones Verbales.
- Aprendizaje de Discriminaciones Múltiples.
- Aprendizaje de Conceptos.
- Aprendizaje de Principios.
- Aprendizaje de Resolución de Problemas.

A partir de esto, Gagné considera que deben cumplirse, al menos, 9 funciones (o eventos de instrucción) en la enseñanza para que tenga lugar un verdadero aprendizaje:

- Estimular la atención y motivar: en cualquier situación de aprendizaje, es totalmente indispensable capturar la atención del estudiante.
- Dar información sobre los objetivos del aprendizaje: al inicio de cada sesión, el alumno debe conocer los objetivos del aprendizaje que será capaz de llevar a cabo una vez finalizada la sesión.
- Estimular el recuerdo de los conocimientos y habilidades previas: la asociación de la nueva información con el conocimiento previo facilita el aprendizaje, además de promover el almacenamiento en la memoria de largo plazo.
- Presentar el material a aprender: el nuevo material es presentado al alumno desglosado y bien organizado y, generalmente, primero es explicado y, a continuación, demostrado. Es recomendable utilizar varios soportes: texto, esquemas, gráficos, vídeo y audio, etc.
- Guiar y estructurar el aprendizaje: el profesor debe proporcionar un guía adicional junto con la nueva información. Se puede llevar a cabo mediante la presentación de ejemplos, contraejemplos, representaciones gráficas, etc.
- Provocar la respuesta (práctica): es necesario que al alumno se le pida poner en práctica la nueva habilidad con el objetivo de confirmar el

aprendizaje y de incrementar las probabilidades de retención de la nueva afirmación.

- Proporcionar feedback (retroalimentación): es importante proporcionar una retroalimentación formativa específica e inmediata con relación al desempeño del alumno.
- Evaluar la realización: se pide al alumno un desempeño adicional para confirmar su competencia en la materia, se evalúa y se le proporciona retroalimentación informativa.
- Mejorar la retención y la transferencia: se debe proporcionar al alumno la oportunidad de utilizar el conocimiento y habilidades adquiridas en contextos más amplios.

Por lo tanto, en este modelo, el **docente** cumple funciones de tutor o guía del aprendizaje, genera motivación, proporciona estímulo y está presente en todas las fases del aprendizaje. Y el **alumno o aprendiz** es un sujeto activo en cada una de las fases que procesa la información proporcionada, da respuesta y aplica los conocimientos en situaciones y contextos diversos.

- Teorías introductorias al constructivismo

Todas las teorías y modelos mencionados a continuación constituyen una introducción al constructivismo dado que, a pesar de tener puntos en común con éste, no recogen todos sus elementos constitutivos.

### **Teoría del aprendizaje de Piaget**

Jean Piaget (epistemólogo, psicólogo y biólogo suizo nacido en 1896) centra su trabajo en estudiar cómo se construye el conocimiento partiendo de la interacción con el medio.

Las ideas principales de su teoría (Como se extrae de la lectura de su libro de 1947 “La psicología de la inteligencia”) son las siguientes:

- El concepto de inteligencia como proceso de naturaleza biológica: el ser humano tiene una herencia biológica que, al tiempo, posibilita y limita el progreso intelectual.

De acuerdo con Piaget, la mente humana trabaja en términos de organización y adaptación. Esta última está operando a través de dos procesos complementarios: asimilación (que se refiere a la manera en que un organismo se enfrenta a un estímulo en términos de organización actual) y acomodación (que implica una modificación de la organización actual en respuesta a las demandas del medio).

- El concepto de esquema: que aparece en la obra de Piaget en relación con el tipo de organización cognitiva que, necesariamente, implica la asimilación: los objetos externos siempre son asimilados a algo, a un esquema mental o estructura mental organizada.
- Proceso de equilibrado: aunque asimilación y acomodación están presentes a lo largo de todo el proceso evolutivo, la relación entre ambas es cambiante de manera tal que la evolución intelectual es la evolución de la relación asimilación-acomodación.

Este proceso de equilibrado entre asimilación y acomodación se establece en tres niveles de complejidad:

- Entre los esquemas del sujeto y los acontecimientos externos.
- Entre los esquemas del sujeto.
- Se traduce en una integración jerárquica de esquemas diferenciados.

Cuando este equilibrio se rompe se entra en un conflicto cognitivo. El ser humano se plantea preguntas, busca respuestas, descubre e investiga hasta llegar a un conocimiento que le haga volver de nuevo al estado de equilibrio cognitivo.

- Las etapas del desarrollo cognitivo: en su teoría Piaget defiende que el desarrollo intelectual está claramente relacionado con el biológico y que la evolución de la inteligencia supone la aparición progresiva de diferentes etapas que se diferencian unas de otras por la construcción de esquemas que son cualitativamente diferentes.

A modo de resumen, podemos destacar que los principios generales de la teoría de aprendizaje de Piaget son los siguientes:

- Los objetivos pedagógicos deben, además de centrarse en el alumno, partir de sus actividades.
- Los contenidos no son fines, sino instrumentos al servicio del desarrollo.
- Prima el método de descubrimiento.
- El aprendizaje es un proceso constructivo interno.
- El aprendizaje depende del nivel de desarrollo del sujeto.
- El aprendizaje es un proceso de reorganización de conocimientos.
- En el desarrollo del aprendizaje son especialmente importantes los conflictos cognitivos.
- La interacción social favorece el aprendizaje.
- La experimentación facilita la solución de problemas e impulsa el aprendizaje.
- Las experiencias de aprendizaje deben estructurarse para que prime la colaboración y el intercambio de puntos de vista.

### **Teoría de Vigotsky**

La teoría de Lev Vigotsky (psicólogo ruso nacido en 1896) se basa de manera principal en el aprendizaje sociocultural del individuo, en que el desarrollo cognitivo está ligado a la interacción social entre las personas.

Tras la lectura del artículo dedicado a este autor en el portal [www.educar.org](http://www.educar.org) podemos concluir que según esta teoría existen dos tipos de funciones mentales:

- Las inferiores: que son con las que nacemos, son naturales y vienen determinadas genéticamente. Estas funciones limitan nuestro comportamiento a una simple reacción o respuesta al ambiente, a una conducta impulsiva.
- Las superiores: que se adquieren y desarrollan por medio de la interacción social. Puesto que el individuo se encuentra en una sociedad y cultura concretas, estas funciones mentales están determinadas o mediadas culturalmente.

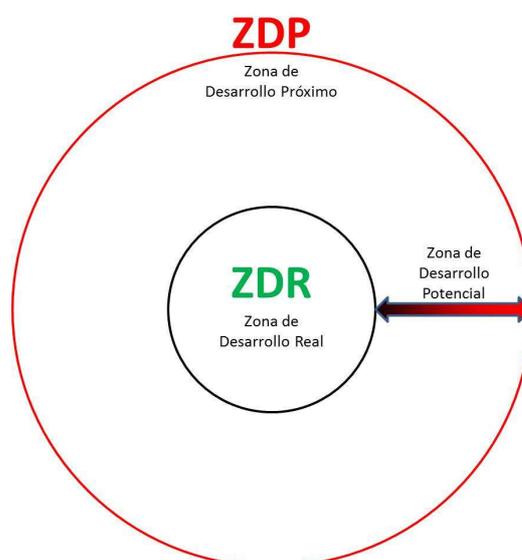
En el desarrollo del niño, cada función superior (atención voluntaria, memoria lógica, formación de conceptos...) aparece dos veces: primero a nivel social (entre personas o nivel interpsicológico) y, posteriormente, a nivel individual (en el niño o nivel intrapsicológico). El tránsito entre ambos niveles se lleva a cabo gracias a un proceso de internalización, en el que el sujeto se apropia de manera gradual y progresiva de la gran variedad de operaciones de carácter socio-psicológico.

En este proceso de internalización, resultan fundamentales los instrumentos de mediación. Creados y proporcionados por el medio sociocultural, el más importante para esta teoría es el lenguaje (oral y escrito).

La internalización es el precursor de nuevas funciones interpsicológicas y constituye el origen de la zona de desarrollo próximo.

Ésta es la distancia entre el nivel de desarrollo efectivo del alumno (aquello que es capaz de hacer por sí solo) y el nivel de desarrollo potencial (aquello que sería capaz de hacer con la ayuda de un adulto o un compañero más capaz).

Las actividades dentro de la ZDP son complicadas de realizar para los niños y requieren guía para poder realizarlas. De esto deriva la gran importancia que este autor concede a la figura del profesor como elemento vital para el aprendizaje. Y, según esto, aprenderán mejor las personas que tengan a su disposición un profesor mejor.



Finalmente destacar el papel de la técnica del andamiaje que consiste en que el profesor o guía modifique el nivel de apoyo que se le da al alumno para realizar una tarea. A medida que el alumno mejore en el desempeño de dicha tarea, el profesor le brindará menos apoyo y la zona de desarrollo próximo se irá reduciendo.

### **Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel**

Según David Ausubel (psicólogo y pedagogo estadounidense nacido en 1908) se debe distinguir entre el aprendizaje significativo y el aprendizaje de memoria.

Como F. Díaz Barriga analiza en su libro. “Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista“, el aprendizaje de memoria ocurre cuando el alumno memoriza material para cumplir determinados objetivos de manera que este material carece de significado y es imposible de relacionar con otras ideas y es olvidado fácilmente, una vez alcanzados los objetivos.

Sin embargo, el aprendizaje significativo es aquel en el que los docentes crean un entorno de instrucción en el que los alumnos entienden lo que están aprendiendo; y tiene lugar cuando lo que el alumno va a aprender se relaciona o conecta con otro concepto preexistente (preconcepto o idea previa) que ya existe en la estructura cognitiva del alumno.

Esto implica que, los nuevos conceptos e ideas se aprenden significativamente en la medida en que otras ideas o conceptos relevantes estén adecuadamente claros en la estructura cognitiva del individuo y puedan funcionar como anclaje a los primeros.

En el aprendizaje significativo:

- Los conocimientos previos sirven de base o punto de apoyo para la adquisición de conocimientos nuevos.

- Usa los conocimientos previos para mediante comparación o intercalación con los nuevos conocimientos construir un nuevo conjunto de conocimientos.
- Es necesario que la nueva información se incorpore a la estructura mental y pase a formar parte de la memoria.
- Aprendizaje significativo y aprendizaje memorístico no son tipos opuestos de aprendizaje, sino que se complementan durante el proceso de enseñanza y pueden ocurrir simultáneamente en la misma tarea.
- Requiere una participación activa del alumno dado que se pretende que éste construya su propio aprendizaje y lo encamine hacia la autonomía.
- Puede llevarse a cabo tanto por exposición de los contenidos por parte del docente o por propio descubrimiento por parte del alumno.

Sus ventajas con respecto a otros tipos de aprendizaje son:

- Es activo y personal.
- La retención de la información es más duradera.
- Facilita el adquirir nuevos conocimientos relacionados con los ya adquiridos, dado que al estar éstos claros en la estructura cognitiva del alumno, se facilita la retención de los nuevos contenidos.
- La nueva información al ser relacionada con la anterior, es guardada en la memoria a largo plazo.

### **Teoría de los Constructos Personales de Kelly**

Según George Kelly (psicólogo estadounidense nacido en 1905) cuando observamos el mundo exterior que nos rodea lo hacemos a través de una serie de creencias propias, lo que él denomina constructos personales.

De la lectura del libro de L. Botella y G. Feixas de 1998 “Teoría de los constructos personales: Aplicaciones a la práctica psicológica” se extrae que los constructos son estructuras semejantes a pequeñas teorías e hipótesis científicas que cada persona construye y evalúa, como si fuésemos una especie de “científicos informales”. Por ello, hasta cierto punto, la realidad de cada persona es diferente y única con respecto a la de los demás.

El postulado fundamental de esta teoría es *"Los procesos de una persona son canalizados en forma psicológica por las formas en que anticipa los eventos"*. Lo que indica, en resumen, que todos los procesos psíquicos de una persona están determinados por el modo en que ésta anticipa lo que va a ocurrir a través de esas estructuras o creencias que son los constructos personales.

A partir de este principio general surgen 11 corolarios:

- Corolario de construcción: *"Una persona anticipa los acontecimientos construyendo sus réplicas"*.
- Corolario de individualidad: *"Las personas difieren unas de otras por el modo en cómo construyen los acontecimientos."*
- Corolario de organización: *"Cada persona desarrolla, de modo característico y con arreglo a su conveniencia para anticipar acontecimientos, un sistema de construcción que implica relaciones ordinales entre los constructos."*
- Corolario de dicotomía: *"El sistema de constructos de una persona se compone de un número limitado de constructos dicotómicos."*
- Corolario de elección: *"Una persona elige para sí misma aquellas alternativas de los constructos dicotómicos a través de las cuales anticipa la mayor posibilidad de extensión y/o definición de su sistema."*
- Corolario de rango: *"Todo constructo es conveniente para anticipar un rango limitado de acontecimientos."*
- Corolario de experiencia: *"El sistema de construcción de una persona varía con la construcción sucesiva de réplicas de los acontecimientos"*
- Corolario de modulación: *"La variación del sistema de construcción está limitada por la permeabilidad de los constructos dentro de cuyo rango de conveniencia caen las variantes."*
- Corolario de fragmentación: *"Una persona puede emplear sucesivamente una variedad de subsistemas de constructos que inferencialmente son incompatibles entre sí."*
- Corolario de comunalidad: *"Los procesos psíquicos de una persona serán similares a los de otra en la medida en que esa persona emplee una construcción de la experiencia similar a la de la otra."*

- Corolario de sociabilidad: *“Una persona podrá desempeñar un papel en los procesos sociales que involucran a otra en la medida en que esa persona construya los procesos de construcción de la otra.”*

Finalmente, de acuerdo con esta teoría, podemos ver que si los intentos por parte del profesor de modificar un concepto o constructo erróneo en un alumno no funcionan pueden desembocar en su refuerzo y afianzamiento.

### **Teoría del Cambio Conceptual**

En el desarrollo de la enseñanza de las ciencias de los últimos años el cambio conceptual ocupa un lugar muy destacado. Pero, debido a su complejidad aún no se cuenta con una teoría que responda completamente todos los interrogantes.

El trabajo de Posner, Strike, Hewson, y Gertzog, publicado en el año 1982, y, posteriormente, los desarrollos de Strike y Posner (1985) constituyen los primeros pasos de esta teoría.

Como se extrae del artículo de A. Lacueva “Cambio conceptual en la escuela” en el n°200 de la Revista Española de Pedagogía, es necesario transformar las ideas previas (que son construcciones personales, pero a la vez universales, y muy resistentes al cambio) de los estudiantes en concepciones científicas o, al menos, en conceptos cercanos a ellas y este proceso de transformación y su resultado es lo que se ha denominado cambio conceptual.

Strike y Posner se preguntaron por la manera en que los aprendices incorporan nuevas concepciones a sus estructuras cognitivas y por cómo, cuando las viejas concepciones se vuelven no funcionales, son reemplazadas por otras.

Inspirándose en la Teoría del Aprendizaje de Piaget, consideran que las formas de cambio son 2:

- La asimilación, que implica los aprendizajes que no requieren una revisión conceptual mayor.
- La acomodación, que es un proceso gradual que implica una reestructuración que da como resultado una nueva concepción.

Para que el cambio conceptual tenga lugar es necesario que se den las siguientes condiciones:

- Que el estudiante se sienta insatisfecho con sus concepciones.
- Que la nueva concepción sea clara.
- Que la nueva concepción desde el inicio parezca plausible y aceptable.
- Que la nueva concepción sea aplicable a un gran grupo de fenómenos, que resuelva los problemas que creaba la anterior y que explique nuevos conocimientos y experiencias.

Por lo tanto, dentro de este marco, el rol del docente se basa en ser consciente de las ideas previas con las que parten sus alumnos y ser capaz de diseñar y llevar a cabo actuaciones adecuadas que permitan ese tránsito de preconcepto a concepción científica.

- El constructivismo

A raíz de las aportaciones de todos los autores, teorías y modelos anteriores surge el constructivismo.

De la lectura del libro de 2007 de la Editorial Graó “El constructivismo en el aula” esta teoría sostiene que la persona (desde un punto de vista social, cognitivo y afectivo) no es resultado de su disposición interna o del ambiente en que se desarrolla, sino una reconstrucción propia constante que tiene lugar debido a la interacción de ambos factores.

En el constructivismo se ve al alumno como poseedor de un cuerpo de saberes e instrumentos intelectuales que determinan sus acciones y actitudes en el aula y sobre los que habrá que construir los nuevos conocimientos. El alumno es un constructor activo de su conocimiento y de sus estructuras de relación: construye o forma gran parte de lo que aprende.

El docente no tiene una labor de enseñanza tradicional, sino que guía a los alumnos para que ellos mismos logren construir conocimientos nuevos y

significativos. Promueve una atmósfera de respeto y autoconfianza para el alumno de manera que éste pueda desarrollarse psicológicamente y desarrollar, también, su autonomía.

Esta postura constructivista del aprendizaje es opuesta a la instrucción del conocimiento. Desde el constructivismo, el aprendizaje puede facilitarse, pero es totalmente personal: cada persona reconstruye su propia experiencia interna y se puede afirmar que el conocimiento no puede medirse al ser único para cada persona. Sin embargo, la instrucción del aprendizaje opina que la enseñanza puede programarse fijando previamente contenidos, método y objetivos.

Hasta este punto he mencionado el marco teórico de la enseñanza de las ciencias y cómo éste ha evolucionado según la época o los autores a que nos refiramos. Este marco teórico se continúa en el campo de los **Modelos Didácticos**, diseñados a partir de las diferentes teorías planteadas.

Una de las definiciones más ampliamente aceptadas de este concepto es la propuesta por Joyce y Weil en 1985: “Los modelos didácticos son unos planes estructurados que pueden usarse para configurar un currículo, para diseñar materiales de enseñanza y para orientar la enseñanza en las aulas”.

Como ocurre con las teorías de aprendizaje, también existen distintos tipos de modelos, apoyados por mayor o menor número de docentes y más o menos actuales o en uso.

A continuación voy a hablar de algunos de los más significativos (recogidos por B. Jiménez, A.P. González y V. Ferrerres en su libro “Modelos didácticos para la innovación educativa”), bien por haber sido de uso mayoritario durante muchos años, bien por su novedad o su uso actual:

- Modelo Tradicional

En el modelo tradicional la enseñanza gira en torno a la figura del profesor que es el modelo y guía de sus alumnos. Es un docente de tipo autoritario y, por ello, la función del alumno se ve limitada a imitar, obedecer y a participar mínimamente.

Los rasgos característicos de este tipo de modelo se ven reflejados en el cuadro que se muestra a continuación:

<b>ASPECTOS ANALIZADOS</b>	<b>MODELO TRADICIONAL</b>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Impartición a toda costa de los contenidos.</li> <li>*Proporcionar la información necesaria sobre la cultura vigente.</li> </ul>
<b>Contenidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Predomina la información de tipo conceptual.</li> </ul>
<b>Metodología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Clases magistrales: el profesor explica los temas y mantiene el orden de la clase.</li> <li>*Clases apoyadas totalmente en el libro de texto.</li> <li>*Algunos ejercicios de repaso.</li> </ul>
<b>Evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Se lleva a cabo mediante exámenes.</li> <li>*Se busca que el alumno “repita” lo que se le ha dicho.</li> <li>*Se centra en el resultado final.</li> </ul>
<b>Alumnos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Su labor se reduce a atender durante las clases, estudiar en casa y reproducir fielmente lo que el profesor les ha dicho en el examen.</li> <li>*No se tienen en cuenta ni su opinión ni sus ideas.</li> </ul>
<b>Profesor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Su labor se reduce a la exposición de contenidos.</li> </ul>

Debido a la evolución social, aunque con retraso con respecto a ésta, este modelo ha caído en desuso. Se han ido abandonando aspectos como la enseñanza meramente verbal, la repetición, el uso único del libro como elemento de referencia, etc. y han ido adecuándose a las nuevas necesidades de la sociedad moderna.

Por ese motivo han surgido una serie de modelos diferentes.

- Modelo Tecnológico

En este modelo se busca incorporar a la formación del alumno las aportaciones más recientes de las distintas corrientes científicas, no ajustándose únicamente a lo estrictamente disciplinar, sino vinculándolo a problemas medioambientales y sociales actuales.

Como en el caso anterior, voy a expresar los rasgos característicos de este tipo de modelo reflejándolos en el cuadro que figura a continuación:

<b>ASPECTOS ANALIZADOS</b>	<b>MODELO TECNOLÓGICO</b>
<b>Objetivos</b>	*Impartición a toda costa de los contenidos. *Proporcionar al alumno una información eficaz, moderna y actualizada.
<b>Contenidos</b>	*Contenidos actualizados y preparados por expertos que aúnan conocimientos disciplinares y no disciplinares. *Predomina la información de tipo conceptual pero se otorga cierta importancia también a las destrezas.
<b>Metodología</b>	*Exposición oral completada con actividades y prácticas dirigidas.
<b>Evaluación</b>	*Se lleva a cabo mediante tests y ejercicios. *Centrada en medir detalladamente lo aprendido. *Se centra mucho en el producto, aunque la realización tests iniciales y finales empieza a encaminarse a evaluar también el proceso.
<b>Alumnos</b>	*Su papel se reduce a la realización de las actividades programadas.
<b>Profesor</b>	*Su papel en la clase consiste en realizar la exposición de los contenidos, dirigir las actividades y mantener el orden.

Uno de los fallos que se le encuentra a este modelo radica en que se deposita un exceso de confianza en que, al aplicar dicho métodos, el alumno llegará a las mismas conclusiones previamente elaboradas por los científicos.

Por otra parte, otra crítica que se le hace a este enfoque es que tampoco tiene en cuenta las ideas o concepciones de los alumnos pues simplemente las valora con intención de sustituirlas por el conocimiento “adecuado”, representado por la aportación científica más reciente en dicha materia.

Sin embargo, hay que reconocer que si bien limitados e incompletos, se han llevado a cabo cambios y avances con respecto al modelo tradicional.

- Modelo por descubrimiento

El aprendizaje por descubrimiento es un tipo de aprendizaje en el que el sujeto en vez de recibir los contenidos de forma pasiva, descubre por sí mismo los conceptos y las relaciones que entre éstos existen, reordenándolos y adaptándolos a su esquema cognitivo. De esta manera, se coloca en primer plano el desarrollo de las destrezas de investigación del alumno.

Un esquema del proceso podría ser el siguiente:



En el siguiente cuadro se recogen los elementos característicos de este tipo de modelo:

<b>ASPECTOS ANALIZADOS</b>	<b>MODELO POR DESCUBRIMIENTO</b>
<b>Objetivos</b>	*Estimular a los alumnos para que formulen explicaciones intuitivas que posteriormente intentaran confirmar de manera sistemática. *Potenciar las estrategias metacognitivas y el aprender a aprender.
<b>Contenidos</b>	*Se abordan contenidos presentes en la realidad inmediata. *Se da gran importancia a las destrezas y aptitudes. *Se da más importancia al proceso de adquisición de los conocimientos que a los contenidos.
<b>Metodología</b>	*Basada en el descubrimiento y la investigación por parte del alumno. *Se realizan multitud de actividades. *Se trabaja en torno a problemas.
<b>Evaluación</b>	*Realizada mediante la observación directa y el análisis de trabajos de alumnos. *Centrada en las destrezas y, en parte, en las actitudes. *Atiende al proceso.
<b>Alumnos</b>	*Tiene el papel central y protagonista
<b>Profesor</b>	*Su función es la de elaborar, preparar y provocar las situaciones adecuadas para que los alumnos descubran de manera autónoma.

- Modelo Constructivista

El modelo constructivista, como he mencionado anteriormente al hablar de la teoría, mantiene que las personas no somos el mero producto de nuestras

disposiciones internas o del medio en que nos encontramos, sino una construcción propia que se ve modificada día a día como resultado de la interacción de ambos factores.

Nuestro conocimiento, no es una copia de la realidad, sino una construcción humana que se realiza con los esquemas que ya poseemos (la representación inicial que tenemos de la nueva información) y el aporte externo que se desarrolla al respecto, dando como resultado un nuevo conocimiento.

En el siguiente cuadro se recogen los elementos característicos de este tipo de modelo:

<b>ASPECTOS ANALIZADOS</b>	<b>MODELO CONSTRUCTIVISTA</b>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Desarrollar una formación autónoma de los estudiantes.</li> <li>*Permitir a los alumnos aplicar sus destrezas y habilidades en la elaboración, reconstrucción y reestructuración de sus conocimientos.</li> </ul>
<b>Contenidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Varían según los intereses del estudiante.</li> <li>*Se emplean situaciones que resulten un reto para la comprensión del alumno y para las cuales tenga que poner en funcionamiento sus preconceptos.</li> </ul>
<b>Metodología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Exploración libre.</li> <li>*Aprendizaje social.</li> <li>*Manejo de información.</li> <li>*Diálogo.</li> <li>*Extrapolación.</li> </ul>
<b>Evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Incluida durante todo el proceso.</li> <li>*Mediante autoevaluación, coevaluación y evaluación por parte del profesor.</li> </ul>
<b>Alumnos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Papel activo como constructor de su propio</li> </ul>

	conocimiento.
<b>Profesor</b>	*Actúa de mediador, facilitador y coordinador. *Es un participante más del proceso.

En un último nivel de concreción se encuentran los **Métodos Didácticos** que constituyen la plasmación concreta y el desarrollo efectivo de un modelo.

Se define método didáctico como el conjunto lógico y unitario de los procedimientos didácticos que tienden a dirigir el aprendizaje, incluyendo en él desde la presentación y elaboración de la materia hasta la verificación y competente rectificación del aprendizaje.

Estos modelos se pueden organizar atendiendo a varios factores, dando como resultado la siguiente clasificación básica de tipos de modelos:

- **Según la forma de razonamiento:**
  - Método Deductivo: se trata el tema objeto de estudio lo general a lo particular.
  - Método Inductivo: se trata el tema objeto de estudio a través de casos particulares y se pretende descubrir el principio general que los rige.
  - Método Comparativo: se trata el tema objeto de estudios a través de datos particulares que permiten establecer comparaciones y llegar a una conclusión.
  
- **Según la concreción de la enseñanza:**
  - Método Simbólico: se lleva a cabo al ejecutar los trabajos de clase a través únicamente de la palabra (oral o escrita).
  - Método Intuitivo: la clase se lleva a cabo con ayuda y apoyo de objetivaciones o concretizaciones, teniendo a la vista las cosas tratadas o sustitutos inmediatos.

- **Según la coordinación de la materia:**
  - Método Lógico: en este tipo de método los hechos se presentan siguiendo un orden consecuente de menor a mayor complejidad.
  - Método Psicológico: la exposición de contenidos se basa en los intereses y necesidades del alumno, no tanto en un orden lógico.
  
- **Según el tipo de actividades del alumno:**
  - Método Pasivo: un método es de este tipo si refuerza la actividad del docente mientras que el alumno se mantiene en actividad pasiva y recibe los conocimientos que éste suministra a través de dictados, libro de texto, exposición, preguntas y respuestas, etc.
  - Método Activo: promueve la participación del alumno y el profesor se convierte en orientador, motivador y guía, no transmisor de saber.
  
- **Según la globalización de los conocimientos:**
  - Método de Globalización: implica que, a través de un centro de interés, las clases se desarrollan de manera que abarcan una serie de disciplinas ensambladas, cubriendo las necesidades de las actividades.
  - Método de Especialización: implica que las asignaturas y cada parte de éstas son tratadas de modo aislado, sin articularse entre sí.
  
- **Según la sistematización de la materia:**
  - Rígida: el esquema de la clase no permite flexibilidad alguna, no da oportunidad de espontaneidad.
  - Semirrígida: se permite cierta flexibilidad para adaptar correctamente la lección a las condiciones reales de la clase y el centro docente.

- **Según la relación Profesor-Alumno:**
  - Método Individual: destinado a la educación de un solo alumno que, por algún motivo, se ha atrasado.
  - Método Recíproco: método en el cual el profesor orienta a sus alumnos para que enseñen entre ellos.
  - Método Colectivo: método en el que un único profesor para muchos alumnos.
  
- **Según el trabajo de los alumnos:**
  - Método de Trabajo Individualizado: cuando se procura adecuar el trabajo asignado al alumno por medio de tareas diferenciadas, estudio dirigido, etc.
  - Método de Trabajo Colectivo: es el que se apoya principalmente en la enseñanza en grupo. Se forman grupos de trabajo y el tema es repartido entre los componentes contribuyendo cada uno con una parcela de responsabilidad.
  - Método Mixto: cuando incorpora actividades socializadas e individuales.
  
- **Según la aceptación del alumno:**
  - Método Dogmático: al alumno se le impone lo que el profesor enseña, dando por cierto que es la verdad y solamente debe interiorizarla.
  - Método Heurístico: consiste en que el profesor incite al alumno a comprender, juzgar y meditar antes de interiorizar los contenidos.

- **Según el abordaje del tema de estudio:**
  - Método Analítico: este método implica la separación de un todo en sus elementos constitutivos, ya que es la única manera de comprenderlo verdaderamente.
  - Método Sintético: implica unión de elementos para formar un todo.

Siguiendo la clasificación que acabo de mencionar y dado que cada uno de los apartados se refiere a un aspecto diferente del método didácticos, los distintos métodos utilizados por el personal docente en el aula pueden enmarcarse en más de una categoría.

Así mismo, los profesores pueden hacer uso de multitud de recursos: el libro de texto, libros de consulta, las revistas, el laboratorio, las nuevas tecnologías de la información, las colecciones de minerales, los herbarios, etc.

Del mismo modo las actividades pueden ser de distinto tipo y plantearse desde puntos de vista y con objetivos y desempeños muy diferentes.

La variación que con el paso del tiempo ha habido en el uso de metodologías, modelos, recursos, actividades, etc. será el objeto de estudio y de reflexión del siguiente apartado de este trabajo.

### 3. COMPARACIÓN METODOLÓGICA

En este apartado del trabajo voy a proceder a realizar una revisión sobre cómo los contenidos, la organización del temario, el tipo de ejercicios, la realización de actividades en clase, la metodología del profesor, las salidas o excursiones, la evaluación y otros aspectos de la enseñanza de la Biología y Geología se han visto modificados con el tiempo en un intento de adaptarse a los nuevos requerimientos y necesidades de una sociedad en cambio constante.

Esta revisión se va a llevar a cabo fundamentalmente a través de **dos procesos**.

El primero de ellos está enfocado a estudiar la evolución que han sufrido a lo largo de los años los contenidos curriculares, la estructuración y ordenación de las unidades didácticas y el tipo de ejercicios planteados; y se llevará a cabo mediante la comparación de libros de texto (cuyos datos completos figuran en el apartado destinado a bibliografía) de distintos años pero referidos a la misma asignatura y curso.

La asignatura que he elegido ha sido Biología de 2º de Bachillerato o su equivalente (C.O.U.) en el caso del libro más antiguo.

He optado por comparar esta asignatura y en este nivel en concreto por los siguientes motivos:

- **2º de Bachillerato** porque, en niveles anteriores (durante toda la E.S.O. y 1º de bachillerato), el estudio de la Biología y la Geología no es independiente. En 1º y 2º de E.S.O. en Ciencias Naturales agrupando Biología, Geología, Física y Química y en los otros 3 niveles (3º y 4º de E.S.O. y 1º de Bachillerato), Biología y Geología juntas; por lo que 2º de Bachillerato es el único año en que se pueden estudiar y evaluar claramente y por separado los cambios y la evolución en la enseñanza de estas dos ciencias.
- Otro motivo por el que 2º de Bachillerato era idóneo para esta comparación es el grado de profundidad de la materia. En cursos anteriores, debido a la edad de los alumnos y a que las asignaturas se imparten de manera conjunta, los conocimientos se imparten de una manera más superficial y general. En 2º de Bachillerato, se profundiza mucho más, de manera que la evolución de los

contenidos conforme ha ido progresando la investigación científica, los cambios en la organización de la información y la variación en las actividades propuestas se pueden observar nítidamente y analizar de manera más detallada.

- **Biología**, fundamentalmente porque existe mucha más información disponible en relación con esta asignatura que la que hay sobre Geología tanto en libros como en otro tipo de publicaciones y, además, porque yo misma tenía más libros de texto de Biología que de Geología sobre los que realizar mi análisis.

Como ya he mencionado, el primero de los libros, del año 1976, corresponde a Biología del antiguo Curso de Orientación Universitaria. El segundo de los libros es mi propio libro de texto de la asignatura de Biología de 2º de Bachillerato, editado en el año 2004. Y el último de los libros es, igualmente, Biología de 2º de Bachillerato, pero de una editorial diferente y una edición más reciente (2010).

Con este primer apartado pretendo ilustrar el salto que se ha producido del primero de los libros y a los otros dos en aspectos tales como organización y actividades; y valorar si dentro de los contenidos concretos de las unidades didácticas se han producido cambios sustanciales, ligeros o si, por el contrario, no se han visto casi modificados.

El segundo proceso se llevará a cabo mediante una encuesta realizada a personas de edad, sexo, formación, etc. diferente con el fin de ilustrar como el paso del tiempo, el surgimiento de nuevas teorías y corrientes y el desarrollo de las tecnologías de la información ha modificado aspectos docentes tales como la metodología, la evaluación, el tipo de actividades que se plantean, la realización o no de salidas o excursiones.

Esta encuesta (cuyas preguntas y estructura completa figuran en el Anexo I, al final de este trabajo) fue realizada a un total de 21 personas, en un rango de edad de entre 18 y 60 años, en un plazo aproximado de 15 días, entre el día 15 y 30 del mes de mayo de 2013.

Los principales criterios en los que se basó la redacción de la encuesta son los siguientes:

- Utilización de un lenguaje (vocabulario y sintaxis) que ofrece la mejor oportunidad para transmitir las ideas del entrevistador al entrevistado, de manera completa y exacta.
- Redacción de las preguntas de modo equivalente al nivel actual de información del entrevistado y con un lenguaje que se parezca lo más posible al utilizado por éste.
- Tipo de pregunta: **pregunta abierta**. Sólo se formula la pregunta, sin establecer categorías de respuesta y la persona encuestada responde lo que cree adecuado y se extiende lo que desee. Es la más adecuada en este caso porque se quiere conocer los sentimientos, opiniones y experiencias generales, y proporciona una amplia oportunidad para que los encuestados escriban las razones de sus ideas.
- Limitación de cada pregunta a un solo concepto o idea que deba ser evaluada por el entrevistado.
- Orden consecutivo de preguntas, organizadas de la manera que resulte más lógica y fácil de entender por el entrevistado.
- La respuesta a la encuesta no deberá llevar nunca más de 30 minutos.

Y los principales criterios en los que se basó la realización de la encuesta son los siguientes:

- **Edad:** se seleccionaron para la encuesta personas de entre 18 y 60 años.  
Se fijó un mínimo de 18 años para que todas las personas encuestadas ya hubiesen finalizado sus estudios obligatorios relacionados con Biología y Geología y pudiesen dar una respuesta completa (y, a la vez, reciente) a todos los aspectos planteados en la encuesta.  
Se fijó un máximo de 60 años por 2 razones: primera, se pretende evaluar la evolución de la enseñanza de la Biología y la Geología en los últimos años, por lo que he tomado un periodo de unos 40 años, desde 1970 hasta la actualidad. Y, segunda, personas de edad más avanzada no recuerdan con claridad lo que estudiaron en su juventud en relación a la Biología y la Geología y cómo se les impartió y, por tanto, no pueden responder de manera completa a las preguntas.

Se establecieron 7 intervalos de edad (de 18 a 24, de 24 a 30, de 30 a 36, de 36 a 42, de 42 a 48, de 48 a 54 y de 54 a 60) y cada uno de ellos está representado por 3 personas de esa edad a las que se les realizó la encuesta.

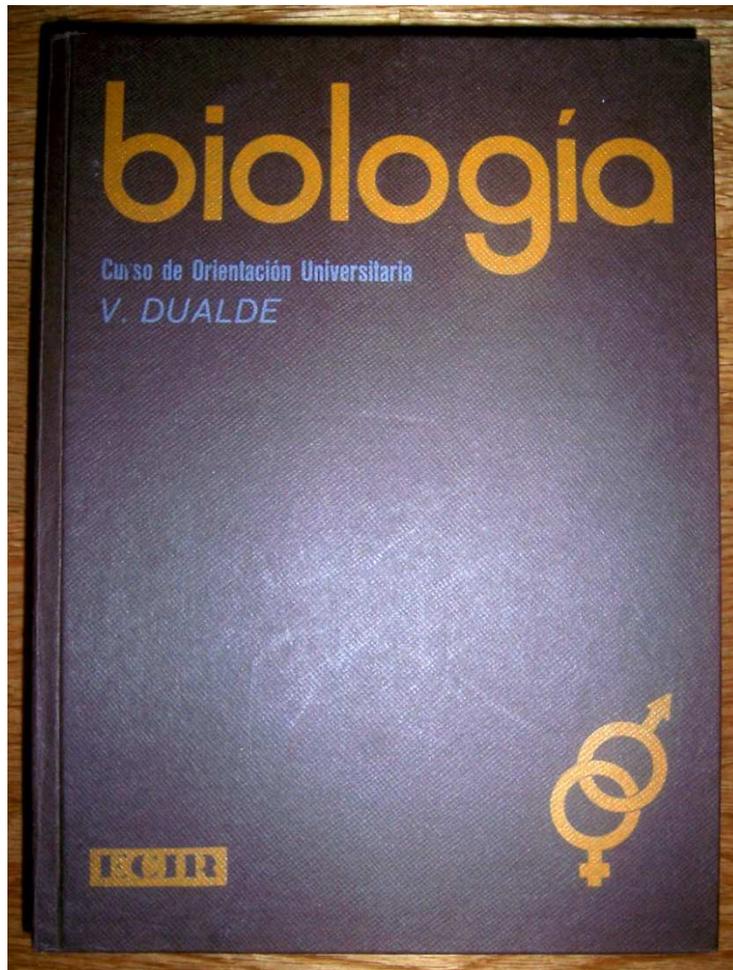
- **Estudios posteriores:** se ha buscado que haya un número similar de personas que hayan cursado estudios superiores (ya sean relacionados o no con la Biología y la Geología) universitarios o no universitarios como personas que han accedido de manera rápida y a edad temprana al mercado laboral.
- **Sexo:** aunque no era el objeto de la encuesta se ha intentado que estén representados por igual hombres y mujeres, aunque como se ha dado prioridad al criterio de la edad, el número de entrevistados resultó impar, por lo que finalmente se entrevistó a 11 hombres y 10 mujeres.

Con todo lo anterior en cuenta se realizó la encuesta, en primer lugar, a personas de mi entorno próximo (en concreto 11 de ellas) y, posteriormente, a conocidos de amigos, familiares de conocidos, etc. (personas ya en absoluto relacionadas con mi persona) para rellenar los huecos de edad específica, sexo concreto o formación concreta, que habían quedado sin poder ser respondidos anteriormente.

### **3.1. Cambios en el temario a impartir y organización del mismo**

Como he comentado, este apartado se desarrollará mediante comparación directa entre 3 libros correspondientes a la asignatura de Biología de C.O.U. y 2º de Bachillerato actual. Son libros de los años 1976, 2004 y 2010 por lo que se pretende ilustrar el cambio que el contenido del temario y su organización ha sufrido si comparamos un libro actual con uno de hace casi 40 años y, también, las pequeñas modificaciones que en cuanto a organización se pueden observar en los libros más modernos.

Las siguientes imágenes corresponden a la portada y temario de los libros mencionados en orden cronológico:



## PRIMERA PARTE

# La constitución del ser vivo

## I. NIVEL MOLECULAR: COMPOSICION QUIMICA DE LOS SERES VIVOS.

1. Elementos biogénicos y oligoelementos.
2. Principios inmediatos.
  - 2.1. ORGÁNICOS:
    - 2.1.1. *Glúcidos*:
      - 2.1.1.1. Monosacáridos.
      - 2.1.1.2. Disacáridos.
      - 2.1.1.3. Polisacáridos.
    - 2.1.2. *Lípidos*:
      - 2.1.2.1. Lípidos simples o grasas.
      - 2.1.2.2. Lipoides.
    - 2.1.3. *Prótidos*:
      - 2.1.3.1. Conceptos generales:
        - 2.1.3.1.1. Constitución y propiedades.
        - 2.1.3.1.2. Aminoácidos y péptidos.
        - 2.1.3.1.3. Estructura de las proteínas.
      - 2.1.3.2. Clasificación:
        - 2.1.3.2.1. Holoproteínas.
        - 2.1.3.2.2. Heteroproteínas: Ácidos nucleicos.

### 2.2. INORGÁNICOS:

- 2.2.1. *Agua*.
- 2.2.2. *Sales minerales*:
  - 2.2.2.1. Fenómenos osmóticos.
  - 2.2.2.2. Equilibrio ácido-base.
  - 2.2.2.3. Acción específica de los cationes.

### 3. Biocatalizadores:

- 3.1. FERMENTOS O ENZIMAS:
  - 3.1.1. *Conceptos generales*:
    - 3.1.1.1. Naturaleza de las enzimas.
    - 3.1.1.2. Propiedades de las enzimas.
    - 3.1.1.3. Cinética de las reacciones enzimáticas.
    - 3.1.1.4. Activadores y paralizadores.
  - 3.1.2. *Clasificación*:
    - 3.1.2.1. Hidrolasas.
    - 3.1.2.2. Desmolasas.

### 3.2. VITAMINAS:

- 3.2.1. *Conceptos generales*.
- 3.2.2. *Clasificación*:
  - 3.2.2.1. Vitaminas liposolubles.
  - 3.2.2.2. Vitaminas hidrosolubles.

### 3.3. HORMONAS:

- 3.3.1. *Conceptos generales*.
- 3.3.2. *Hormonas vegetales*.
- 3.3.3. *Hormonas animales*.

## II. NIVEL CELULAR: ORGANIZACION CELULAR DE LOS SERES VIVOS.

### 1. Generalidades:

- 1.1. CONCEPTO DE CÉLULA. TEORÍA CELULAR.
- 1.2. FORMA Y TAMAÑO DE LAS CÉLULAS.

### 2. Organización celular:

- 2.1. CÉLULA EUCARIÓTICA O METACÍTICA:

2.1.1. *Membrana celular:*

- 2.1.1.1. Membrana de las células animales.
- 2.1.1.2. Membrana de las células vegetales.

2.1.2. *Citoplasma y sus orgánulos:*

- 2.1.2.1. Retículo endoplasmático y ribosomas.
- 2.1.2.2. Orgánulo de Golgi.
- 2.1.2.3. Lisosomas.
- 2.1.2.4. Condrioma.
- 2.1.2.5. Plastos.
- 2.1.2.6. Centrosoma y orgánulos vibrátiles.
- 2.1.2.7. Citofibrillas.
- 2.1.2.8. Deutoplasma y vacuolas.

2.1.3. *Núcleo:*

- 2.1.3.1. Posición, forma, tamaño y número.
- 2.1.3.2. Estructura del núcleo:
  - 2.1.3.2.1. Membrana nuclear.
  - 2.1.3.2.2. Jugo nuclear.
  - 2.1.3.2.3. Cromosomas.
  - 2.1.3.2.4. Nucléolo.

2.2. *CÉLULA PROCARIÓTICA O PROTOCÍTICA:*

- 2.2.1. *Forma.*
- 2.2.2. *Tamaño.*
- 2.2.3. *Estructura.*
  - 2.2.3.1. Membrana.
  - 2.2.3.2. Citoplasma.
  - 2.2.3.3. Núcleo.

2.3. *VIRUS:*

- 2.3.1. *Tamaño.*
- 2.3.2. *Estructura.*
- 2.3.3. *Tipos de virus.*
- 2.3.4. *Cómo actúan los virus.*
- 2.3.5. *Qué son los virus.*

III. **NIVEL ORGANICO: ORGANIZACION PLURICELULAR DE LOS SERES VIVOS.**

1. **Organismos unicelulares y pluricelulares.**

- 1.1. ORGANIZACIÓN UNICELULAR.
- 1.2. ORGANIZACIÓN PLURICELULAR.

2. **Tejidos vegetales:**

- 2.1. TEJIDOS MERISTEMÁTICOS O MERISTEMOS.
- 2.2. TEJIDOS ADULTOS O DEFINITIVOS:

2.2.1. *Tejidos protectores:*

- 2.2.1.1. Tejido epidérmico o epidermis.
- 2.2.1.2. Tejido suberoso o suber.

2.2.2. *Tejidos parenquimáticos.*

2.2.3. *Tejidos conductores:*

- 2.2.3.1. Tejido leñoso.
- 2.2.3.2. Tejido liberiano.

2.2.4. *Tejidos de sostén.*

2.2.5. *Tejidos secretores.*

3. **Tejidos animales:**

3.1. **TEJIDOS EPITELIALES:**

3.1.1. *Epitelio pavimentoso:*

- 3.1.1.1. Epitelios simples.
- 3.1.1.2. Epitelios estratificados.

3.1.2. *Epitelios prismáticos:*

- 3.1.2.1. Epitelio de células con microvellosidades.
- 3.1.2.2. Epitelio de células vibrátiles.

3.1.3. *Epitelios glandulares.*

3.2. **TEJIDOS CONECTIVOS:**

- 3.2.1. *Tejido conjuntivo.*
- 3.2.2. *Tejido adiposo.*

3.2.3. *Tejido cartilaginoso.*

3.2.4. *Tejido óseo.*

3.3. TEJIDOS MUSCULARES :

3.3.1. *Tejido muscular de fibra lisa.*

3.3.2. *Tejido muscular de fibra estriada.*

3.4. TEJIDO NERVIOSO :

3.4.1. *Células nerviosas.*

3.4.2. *Fibras nerviosas.*

3.4.3. *Neuroglia y microglia.*

4. Las funciones vitales de los organismos pluricelulares.

SEGUNDA PARTE

La nutrición del ser vivo

I. GENERALIDADES.

1. Concepto de nutrición.

2. Tipos de nutrición.

2.1. NUTRICIÓN AUTÓTROFA.

2.2. NUTRICIÓN HETERÓTROFA.

II. INCORPORACION Y PREPARACION DE LOS NUTRIENTES.

1. Substancias líquidas y sólidas.

1.1. ANIMALES.

1.1.1. *Ingestión, digestión y egestión.*

1.1.2. *Tipos de digestión.*

1.1.2.1. Digestión intracelular.

1.1.2.2. Digestión mixta.

1.1.2.3. Digestión extracelular.

1.1.3. *El proceso bioquímico de la digestión.*

1.1.3.1. Digestión intracelular.

1.1.3.2. Digestión extracelular.

1.1.4. *La regulación de las secreciones digestivas.*

1.2. VEGETALES.

- 1.2.1. *La incorporación de nutrientes líquidos y sólidos en los vegetales autótrofos.*
- 1.2.2. *La digestión en los vegetales.*

2. **Substancias gaseosas.**

2.1. ANIMALES.

- 2.1.1. *La incorporación de oxígeno.*
- 2.1.2. *Tipos de incorporación de oxígeno.*
- 2.1.3. *La regulación de la incorporación de oxígeno.*
  - 2.1.3.1. Control de la ventilación pulmonar.

2.2. VEGETALES.

- 2.2.1. *Las sustancias gaseosas que incorporan los vegetales.*

**III. TRANSPORTE DE LOS NUTRIENTES Y SU PENETRACION EN LAS CELULAS.**

1. **El transporte en los animales.**

- 1.1. QUÉ ES UN SISTEMA CIRCULATORIO ANIMAL.
- 1.2. TIPOS DE SISTEMAS CIRCULATORIOS.

- 1.2.1. *Sistema circulatorio abierto.*
- 1.2.2. *Sistema circulatorio cerrado.*

1.3. MECANISMO DE TRANSPORTE.

- 1.3.1. *Alimentos procedentes del tubo digestivo.*
- 1.3.2. *Oxígeno procedente de los órganos respiratorios.*

1.4. EL MECANISMO CIRCULATORIO.

1.5. LA REGULACIÓN DE LA ACTIVIDAD CARDIACA.

- 1.5.1. *Automatismo del corazón.*
- 1.5.2. *Regulación extracardiaca.*

2. **El transporte en los vegetales.**

- 2.1. QUÉ ES UN SISTEMA CIRCULATORIO VEGETAL.
- 2.2. EL TRANSPORTE DE LA SAVIA BRUTA POR EL XILEMA.
- 2.3. EL TRANSPORTE DE LA SAVIA ELABORADA POR EL FLOEMA.

3. **Paso de los nutrientes a través de las membranas celulares.**

- 3.1. PARTICULARIDADES FISIOLÓGICAS DE LA MEMBRANA CELULAR.
- 3.2. MECANISMOS DE PERMEABILIDAD CELULAR.

- 3.2.1. *Osmosis.*
- 3.2.2. *Difusión de iones.*
- 3.2.3. *Difusión de gases.*
- 3.2.4. *Transporte.*

**IV. TRANSFORMACION DE LOS NUTRIENTES EN EL INTERIOR DE LAS CELULAS.**

1. **Generalidades.**

- 1.1. CONCEPTO DE METABOLISMO.
- 1.2. EL TRASIEGO DE ENERGÍA EN EL METABOLISMO.

2. **Anabolismo.**

2.1. ANABOLISMO AUTÓTROFO.

2.1.1. *Fotosíntesis.*

- 2.1.1.1. Fotosíntesis del carbono.
- 2.1.1.2. Fotosíntesis del nitrógeno.

2.1.2. *Quimiosíntesis.*

- 2.1.2.1. Quimiosíntesis del carbono.
- 2.1.2.2. Quimiosíntesis del nitrógeno.

2.2. ANABOLISMO HETERÓTROFO.

- 2.2.1. *Anabolismo de los glúcidos.*
- 2.2.2. *Anabolismo de los lípidos.*
- 2.2.3. *Anabolismo de los prótidos (Código genético).*

- 2.2.3.1. La capacidad de autoduplicación del ADN.
- 2.2.3.2. La formación del ARN y sus tipos.
- 2.2.3.3. Cómo se lleva a cabo el mensaje o código genético.

### 3. Catabolismo.

#### 3.1. CONCEPTOS GENERALES.

- 3.1.1. *Qué es el catabolismo.*
- 3.1.2. *Tipos de respiración.*
- 3.1.3. *Los materiales de la respiración: cociente respiratorio.*

#### 3.2. CATABOLISMO DE LOS GLÚCIDOS.

- 3.2.1. *Fase preparatoria: glucólisis.*
- 3.2.2. *Fase intermedia: ciclo de Krebs.*
- 3.2.3. *Fase final: cadena de transporte electrónico.*
- 3.2.4. *Resumen del catabolismo de los glúcidos (respiración aerobia).*
- 3.2.5. *Fermentaciones.*

#### 3.3. CATABOLISMO DE LOS LÍPIDOS.

#### 3.4. CATABOLISMO DE LOS PRÓTIDOS.

#### 3.5. VISIÓN DE CONJUNTO DEL CATABOLISMO DE GLÚCIDOS, LÍPIDOS Y PRÓTIDOS.

#### 3.6. DEL ATP AL ATP A TRAVÉS DE LOS PRINCIPIOS INMEDIATOS.

#### 3.7. LA UTILIZACIÓN DEL ATP EN LA CONTRACCIÓN MUSCULAR.

## V. EL BALANCE DEL METABOLISMO Y LOS ALIMENTOS.

### 1. Balance del metabolismo.

- 1.1. BALANCE MATERIAL.
- 1.2. BALANCE ENERGÉTICO: METABOLISMO BASAL.

### 2. Los alimentos.

- 2.1. QUÉ SON LOS ALIMENTOS.
- 2.2. CLASES DE ALIMENTOS.

### 3. Las necesidades de alimentos (dietética).

- 3.1. RACIONES ALIMENTICIAS.
- 3.2. NECESIDADES ALIMENTICIAS DEL HOMBRE.

## VI. EXCRECIÓN DE PRODUCTOS DE DESECHO.

### 1. Substancias no gaseosas.

#### 1.1. ANIMALES.

##### 1.1.1. *Tipos de mecanismos excretorios.*

##### 1.1.2. *La función renal.*

###### 1.1.2.1. *Fase glomerular.*

###### 1.1.2.2. *Fase tubular.*

#### 1.1.3. *La orina.*

#### 1.2. VEGETALES.

##### 1.2.1. *La excreción en las plantas.*

### 2. Substancias gaseosas.

#### 2.1. ANIMALES.

##### 2.1.1. *La eliminación del anhídrido carbónico.*

#### 2.2. VEGETALES.

## TERCERA PARTE

# La reproducción y el desarrollo del ser vivo

### I. CUESTIONES GENERALES.

1. **Significado del proceso reproductor:**
  2. **La reproducción celular:**
    - 2.1. FORMAS DE MULTIPLICACIÓN CELULAR.
    - 2.2. DIVISIÓN DIRECTA O AMITOSIS.
    - 2.3. DIVISIÓN INDIRECTA, MITOSIS O CARIOCINESIS:
      - 2.3.1. *Los cambios del ADN durante la mitosis.*
  - 2.4. MEIOSIS:
    - 2.4.1. *Momento y lugar de la meiosis.*
3. **Tipos de reproducción.**

### II. LA REPRODUCCION ASEXUAL.

1. **Concepto de reproducción asexual.**
2. **Reproducción por escisión.**
3. **Reproducción por gemación.**
4. **Reproducción por esporas.**

### III. LA REPRODUCCION SEXUAL.

1. **Concepto de reproducción sexual y de sexo.**
2. **Las células sexuales o gametos:**

### 2.1. LOS ÓRGANOS SEXUALES Y LOS GAMETOS:

- 2.1.1. *Organos sexuales.*
- 2.1.2. *Gametos.*

### 2.2. FORMACIÓN DE LOS GAMETOS EN LOS ANIMALES PLURICELULARES (METAZOOS):

- 2.2.1. *Espermatogénesis.*
- 2.2.2. *Oogénesis.*

### 3. Tipos de reproducción sexual:

#### 3.1. ANFIGONIA (FECUNDACIÓN):

- 3.1.1. *Fecundación en los animales.*
- 3.1.2. *Fecundación en los vegetales superiores.*

#### 3.2. PARTENOGÉNESIS.

#### 3.3. CONJUGACIÓN EN LOS PROTOZOOS CILIADOS.

### IV. LA REPRODUCCION ALTERNANTE.

1. **Concepto de reproducción alternante.**
2. **Metagénesis.**
3. **Alternancia antitética.**
4. **Heterogonia.**

### V. EL DESARROLLO DEL SER VIVO.

#### 1. **Concepto de desarrollo.**

#### 2. **El desarrollo embrionario en los animales:**

##### 2.1. TIPOS DE HUEVOS Y SU SEGMENTACIÓN:

- 2.1.1. *Segmentación total e igual.*
- 2.1.2. *Segmentación total y desigual.*
- 2.1.3. *Segmentación discoidal.*
- 2.1.4. *Segmentación superficial.*

##### 2.2. LAS HOJAS EMBRIONARIAS: GASTRULACIÓN:

- 2.2.1. *Formación del mesodermo y celoma.*

##### 2.3. EL DESTINO DE LAS HOJAS EMBRIONARIAS.

#### 3. **El estado larvario en los animales.**

#### 4. **El desarrollo embrionario en los vegetales:**

- 3.1. **EL EMBRIÓN DE LOS VEGETALES Y SU FORMACIÓN.**
- 3.2. **LA SEMILLA.**

## CUARTA PARTE

# Los mecanismos de la herencia en el ser vivo

### I. CONCEPTOS GENERALES.

#### 1. La herencia biológica:

- 1.1. *La Genética.*
- 1.2. *De qué dependen los caracteres: genotipo y fenotipo.*

#### 2. Los factores hereditarios:

- 2.1. *Genes y su localización.*
- 2.2. *Cómo actúan los genes en la herencia.*

### II. TRANSMISION DE LOS GENES Y DE LOS CARACTERES CONTROLADOS POR ELLOS.

#### 1. Planteamiento de la cuestión.

#### 2. Leyes de Mendel:

- 2.1. *Primera ley de Mendel.*
- 2.2. *Segunda ley de Mendel:*

##### 2.2.1. Retrocruzamiento.

#### 2.3. Tercera ley de Mendel:

- 2.3.1. *Las excepciones a la tercera ley: Ligamento cromosómico.*
- 2.3.2. *El entrecruzamiento cromosómico e intercambio de genes.*

### 3. Ejemplos de herencia mendeliana en el hombre y en los animales:

#### 3.1. Herencia mendeliana en el hombre:

- 3.1.1. *Caracteres normales.*
- 3.1.2. *Anomalías y caracteres patológicos.*

#### 3.2. Herencia mendeliana en los animales domésticos.

### 4. La herencia y sexo:

#### 4.1. Herencia del sexo:

- 4.1.1. *La relación entre autosomas y cromosomas sexuales en la herencia del sexo.*

#### 4.2. Herencia ligada al sexo.

### 5. Genética de los organismos haplontes.

### III. LAS POBLACIONES Y LA GENETICA.

#### 1. La variabilidad:

##### 1.1. *Concepto de variabilidad.*

##### 1.2. *Variabilidad continua:*

- 1.2.1. *Herencia polímera.*
- 1.2.2. *Modificaciones o somaciones.*
- 1.2.3. *Interpretación matemática de la variabilidad continua.*

##### 1.3. *Variabilidad discontinua:*

##### 1.3.1. *Mutaciones.*

##### 1.3.2. *Mutaciones génicas:*

- 1.3.2.1. *Cómo se producen las mutaciones génicas.*
- 1.3.2.2. *Mutaciones experimentales.*

### 2. Genética de poblaciones propiamente dicha:

#### 2.1. *La ley o equilibrio de Hardy-Weinberg.*

#### 2.2. *Fuerzas que alteran la ley de Hardy-Weinberg.*

### IV. GENETICA BIOQUIMICA.

1. *Concepto moderno de gen.*
2. *Fisiología del gen.*

## QUINTA PARTE

# Las funciones de relación y coordinación del ser vivo

### I. CONCEPTOS GENERALES.

1. La sensibilidad y las funciones de relación y coordinación.
2. La sensibilidad de las células y organismos unicelulares.

#### 2.1. MOVIMIENTO DE LAS CÉLULAS.

- 2.1.1. *Movimientos intracelulares.*
- 2.1.2. *Movimiento contráctil.*
- 2.1.3. *Movimiento pulsátil.*
- 2.1.4. *Movimiento ameboide.*
- 2.1.5. *Movimiento vibrátil.*

### II. COORDINACION NERVIOSA.

#### 1. Conceptos generales.

- 1.1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO EN LOS ANIMALES.
- 1.2. LA DOCTRINA DE LA NEURONA Y LA LEY DE LA POLARIZACIÓN DINÁMICA.
- 1.3. EL IMPULSO NERVIOSO.

#### 2. Sistema nervioso cerebro-espinal.

- 2.1. ESQUEMA GENERAL DE SU ORGANIZACIÓN.

#### 2.2. PRINCIPALES MECANISMOS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO CEREBRO-ESPINAL.

- 2.2.1. *Actos involuntarios.*
- 2.2.2. *Actos voluntarios.*

#### 3. Sistema nervioso vegetativo o autónomo.

- 3.1. ESQUEMA GENERAL DE SU ORGANIZACIÓN.
- 3.2. PRINCIPALES MECANISMOS DE INTEGRACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO VEGETATIVO.

### III. COORDINACION HORMONAL.

#### 1. Generalidades.

- 1.1. EL SISTEMA ENDOCRINO Y LAS HORMONAS.
- 1.2. PRODUCCIÓN Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE LAS HORMONAS.

#### 2. Las glándulas endocrinas y sus hormonas.

- 2.1. GLÁNDULA TIROIDES.
- 2.2. GLÁNDULAS PARATIROIDES.
- 2.3. GLÁNDULA PANCREÁTICA.
- 2.4. GLÁNDULAS SUPRARRENALES.

- 2.4.1. *Médula suprarrenal.*
- 2.4.2. *Corteza suprarrenal.*

- 2.5. GLÁNDULAS SEXUALES.
- 2.6. HIPÓFISIS.

- 2.6.1. *Hormona somatotropa.*
- 2.6.2. *Hormonas gonadotropas. Ciclo ovárico.*
- 2.6.3. *Hormona lactotropa, tirotrópica, corticotropa, oxitocina y adiuretina.*

#### 2.7. FEROMONAS.

### IV. CONDUCTA ANIMAL.

#### 1. Consideraciones generales.

- 1.1. ETOLOGÍA: CONCEPTO DE CONDUCTA.
- 1.2. INTERPRETACIÓN DE LA CONDUCTA.
- 1.3. TIPOS DE RESPUESTA: NIVELES DE CONDUCTA.

- 1.3.1. *Kinesias, taxis y reflejos.*
- 1.3.2. *Instinto.*
- 1.3.3. *Aprendizaje.*

- 1.4. CONDUCTA E INTELIGENCIA.
- 1.5. LA RITMICIDAD DE LA CONDUCTA.
- 1.6. ETOLOGÍA Y CIBERNÉTICA.

## 2. Principales modalidades de la conducta.

### 2.1. DEFENSA Y ATAQUE.

- 2.1.1. *Conducta depredadora.*
- 2.1.2. *Defensa del territorio.*
- 2.1.3. *Defensa y cuidado de la prole.*

### 2.2. COMUNICACIÓN.

- 2.2.1. *Emisión de sonidos.*
- 2.2.2. *Comunicación por el movimiento.*
- 2.2.3. *Secreción de sustancias químicas.*

### 2.3. CORTEJO O GALANTEO.

- 2.3.1. *Conducta de galanteo en las aves.*
- 2.3.2. *Conducta de galanteo en los peces.*
- 2.3.3. *Conducta de galanteo en los mamíferos.*

### 2.4. CONDUCTA SOCIAL Y JERARQUÍA.

- 2.4.1. *Jerarquía.*
- 2.4.2. *Conducción y seguimiento.*

## SEXTA PARTE

# Nivel de poblaciones: El ser vivo en relación con el medio ambiente

## I. CONCEPTOS BASICOS DE ECOLOGIA.

- 1. Concepto de Ecología.
- 2. Concepto de medio ambiente.
- 3. Concepto de Ecología moderna: Niveles ecológicos.
- 4. Metodología de los estudios ecológicos.

## II. LOS FACTORES ECOLOGICOS ABIOTICOS Y LA ADAPTACION A LOS MISMOS.

- 1. Generalidades.
- 2. Temperatura.

- 2.1. LA TEMPERATURA Y SU DISTRIBUCIÓN.
- 2.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LOS SERES VIVOS.
- 2.3. FENÓMENOS DE ADAPTACIÓN TÉRMICA.

- 2.3.1. *Eliminación de agua.*
- 2.3.2. *Letargo.*
- 2.3.3. *Regulación de la homeotermia.*
- 2.3.4. *Migraciones térmicas.*

### 3. Luz.

- 3.1. FUENTES Y DISTRIBUCIÓN DE LA LUZ.
- 3.2. PAPEL BIOLÓGICO DE LA LUZ.
- 3.3. FENÓMENOS DE ADAPTACIÓN LUMINOSA.

- 3.3.1. *Coloración protectora.*
- 3.3.2. *Adaptación visual.*
- 3.3.3. *Movimiento.*

#### 4. Agua y humedad.

##### 4.1. FUENTES Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.

- 4.1.1. *El agua en el ambiente acuático.*
- 4.1.2. *El agua en el ambiente terrestre.*

##### 4.2. PAPEL BIOLÓGICO DEL AGUA.

##### 4.3. ADAPTACIONES AL AGUA POR LOS SERES VIVOS.

- 4.3.1. *Adaptaciones en el ambiente acuático.*
  - 4.3.1.1. *Adaptación a la presión osmótica.*
  - 4.3.1.2. *Adaptación a la presión hidrostática.*
  - 4.3.1.3. *Adaptación a la densidad y viscosidad.*
  - 4.3.1.4. *Adaptación al movimiento y corrientes de agua.*
- 4.3.2. *Adaptaciones al agua en el ambiente terrestre.*
  - 4.3.2.1. *Adaptación de los animales.*
  - 4.3.2.2. *Adaptación de los vegetales.*

### III. LOS FACTORES ECOLÓGICOS BIOTICOS Y SUS RELACIONES.

#### 1. Generalidades.

#### 2. Relaciones intraespecíficas.

##### 2.1. ORIGEN DE LAS POBLACIONES.

- 2.1.1. *Reproducción.*
- 2.1.2. *Transporte activo.*
- 2.1.3. *Locomoción activa.*

##### 2.2. RESULTADOS DE LA ASOCIACIÓN INTRAESPECÍFICA.

- 2.2.1. *Efectos desfavorables.*
- 2.2.2. *Efectos favorables.*

##### 2.3. TIPOS DE POBLACIONES.

- 2.3.1. *Poblaciones familiares.*
- 2.3.2. *Poblaciones gregarias.*
- 2.3.3. *Poblaciones estatales.*
- 2.3.4. *Poblaciones coloniales.*

#### 2.4. DINÁMICA DE LAS POBLACIONES.

- 2.4.1. *Natalidad y mortalidad: potencial biótico.*
- 2.4.2. *Desarrollo de una población.*
- 2.4.3. *Densidad de una población y fluctuaciones.*
- 2.4.4. *Migraciones y emigraciones.*

### 3. Relaciones interespecíficas.

#### 3.1. TIPOS DE RELACIONES INTERESPECÍFICAS.

##### 3.1.1. *Mutualismo y simbiosis.*

- 3.1.1.1. *Mutualismo con contacto permanente íntimo.*
- 3.1.1.2. *Mutualismo con contacto permanente externo.*
- 3.1.1.3. *Mutualismo con contacto permanente interno.*
- 3.1.1.4. *Mutualismo sin contacto permanente.*

##### 3.1.2. *Comensalismo.*

- 3.1.2.1. *Comensalismo con contacto permanente.*
- 3.1.2.2. *Comensalismo sin contacto permanente.*

##### 3.1.3. *Inquilinismo.*

##### 3.1.4. *Antibiosis.*

##### 3.1.5. *Parasitismo.*

- 3.1.5.1. *Clases de parasitismo.*
- 3.1.5.2. *Efectos del parasitismo sobre el parásito y sobre el hospedador.*
- 3.1.5.3. *Parasitismo en los vegetales.*

##### 3.1.6. *Explotación.*

##### 3.1.7. *Depredación.*

- 3.1.7.1. *Depredadores animales.*
- 3.1.7.2. *Depredadores vegetales.*

##### 3.1.8. *Competición.*

#### 3.2. LAS BIOCENOSIS Y SU DINÁMICA.

##### 3.2.1. *Estructura de las biocenosis.*

- 3.2.1.1. *Composición de las biocenosis.*
- 3.2.1.2. *Estratificación de las biocenosis.*
- 3.2.1.3. *Límites de las biocenosis: biotopos.*

3.2.2. *Dinámica de las biocenosis.*

3.2.2.1. Sucesiones ecológicas.

3.2.2.2. Fluctuaciones en las biocenosis.

#### IV. EL ECOSISTEMA.

1. Conceptos generales.
2. Relaciones tróficas: cadenas y pirámides alimenticias.
3. Productividad del ecosistema.
4. Ciclos bioquímicos.
  - 4.1. CICLO DEL CARBONO.
  - 4.2. CICLO DEL NITRÓGENO.
  - 4.3. OTROS CICLOS.
  - 4.3. CICLO DEL FÓSFORO.
  - 4.4. CICLO DL AZUFRE.

#### SEPTIMA PARTE

### El ser vivo frente a la infección

#### I. LA INFECCION Y SU DINAMICA EN LOS ANIMALES SUPERIORES.

##### 1. Microorganismos.

- 1.1. CONCEPTO DE MICROORGANISMOS Y SUS TIPOS.
- 1.2. RELACIONES ENTRE LOS MICROORGANISMOS Y LOS ANIMALES SUPERIORES.

- 1.2.1. *Microorganismos saprofitos.*
- 1.2.2. *Microorganismos comensales y simbióticos.*
- 1.2.3. *Microorganismos parásitos.*

##### 1.3. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LOS MICROORGANISMOS.

- 1.3.1. *Tinción.*
- 1.3.2. *Cultivos.*
- 1.3.3. *Inoculaciones.*
- 1.3.4. *Reacciones serológicas.*

##### 2. Infección.

- 2.1. CONCEPTO DE INFECCIÓN.
  - 2.1.1. *Etapas de la infección.*
- 2.2. CONTAGIO: SUS MODALIDADES.
- 2.3. DINÁMICA DE LA INFECCIÓN.

- 2.3.1. *Epidemias y epizootias.*
- 2.3.2. *Pandemias y panzootias.*
- 2.3.3. *Endemias y enzootias.*

## II. LAS DEFENSAS DEL ORGANISMO CONTRA LAS INFECCIONES.

### 1. Estudio de la inmunidad.

- 1.1. CONCEPTO DE INMUNIDAD.
- 1.2. DEFENSAS ORGÁNICAS.

- 1.2.1. *Mecanismos defensivos externos.*
- 1.2.2. *Mecanismos defensivos internos.*

### 1.3. ANTÍGENOS Y ANTICUERPOS.

- 1.3.1. *Tipos de reacciones antígeno-anticuerpo.*

### 1.4. CLASES DE INMUNIDAD.

#### 1.4.1. *Inmunidad congénita.*

- 1.4.1.1. Inmunidad de especie.
- 1.4.1.2. Inmunidad de raza.
- 1.4.1.3. Inmunidad individual.

#### 1.4.2. *Inmunidad adquirida.*

- 1.4.2.1. Inmunidad adquirida naturalmente.
- 1.4.2.2. Inmunidad adquirida artificialmente.
  - 1.4.2.2.1. Inmunidad activa (vacunas).
  - 1.4.2.2.2. Inmunidad pasiva (sueros).

### 2. Fenómenos afines a la inmunidad.

#### 2.1. HIPERSENSIBILIDAD.

- 2.1.1. *Alergia.*
- 2.1.2. *Anafilaxia.*

#### 2.2. GRUPOS SANGUÍNEOS Y FACTOR RH.

- 2.2.1. *Grupos sanguíneos.*
- 2.2.2. *Factor Rh.*

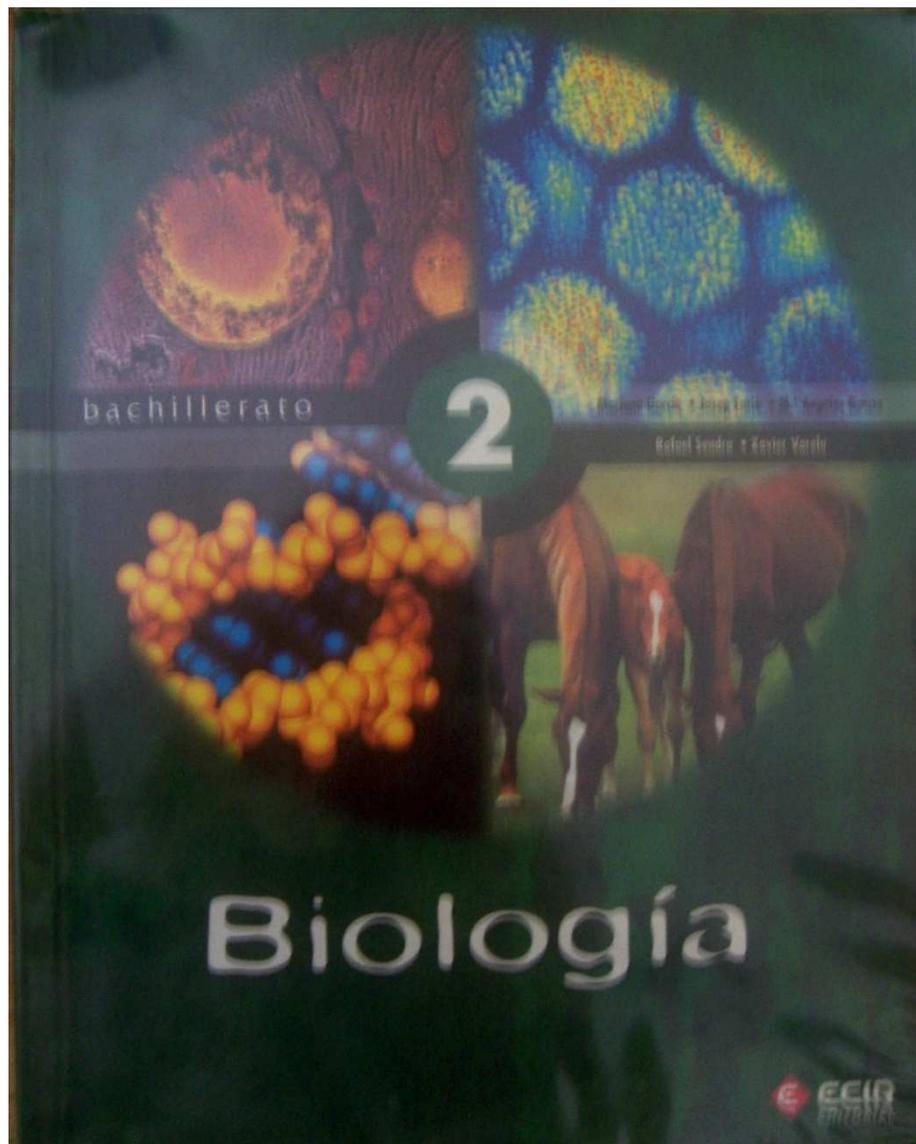
### 3. La lucha contra los microorganismos patógenos y las infecciones.

#### 3.1. LUCHA CURATIVA.

#### 3.2. LUCHA PREVENTIVA O PROFILÁCTICA.

- 3.2.1. *Medidas de profilaxis general.*
- 3.2.2. *Medidas de profilaxis específica.*
- 3.2.3. *Medidas de erradicación.*

#### 3.3. INTERVENCIÓN OFICIAL EN LA LUCHA CONTRA LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS.



# Índice

## U.D. I. LAS MOLÉCULAS DE LA VIDA

### TEMA 1. BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS .... 10

- 1. Los elementos de la vida ..... 12
- 2. Las biomoléculas. Principios inmediatos ..... 15
- 3. El agua ..... 16
- 4. Las sales minerales ..... 19

### TEMA 2. LOS GLÚCIDOS ..... 28

- 1. Concepto de glúcido y clasificación ..... 30
- 2. Monosacáridos ..... 30
- 3. Disacáridos ..... 36
- 4. Oligosacáridos ..... 38
- 5. Polisacáridos ..... 39

### TEMA 3. LOS LÍPIDOS..... 48

- 1. Concepto y clasificación de lípidos ..... 50
- 2. Ácidos grasos ..... 50
- 3. Lípidos simples con ácidos grasos ..... 52
- 4. Lípidos complejos con ácidos grasos ..... 54
- 5. Lípidos sin ácidos grasos ..... 56

### TEMA 4. LAS PROTEÍNAS ..... 62

- 1. Los aminoácidos ..... 64
- 2. La carga eléctrica de los aminoácidos ..... 65
- 3. Aminoácidos proteicos y aminoácidos no proteicos..... 66
- 4. Los péptidos..... 66
- 5. Las proteínas: concepto y estructura..... 68
- 6. Proteínas conjugadas o heteroproteínas ..... 74

- 7. Clasificación de las proteínas..... 74
- 8. Propiedades de interés de las proteínas ..... 76

### TEMA 5. NUCLEÓTIDOS Y ÁCIDOS NUCLÉICOS..... 82

- 1. Nucleósidos y nucleótidos ..... 84
- 2. Nucleótidos de interés biológico ..... 86
- 3. Coenzimas derivadas de nucleótidos ..... 87
- 4. Polinucleótidos. Ácidos nucleicos ..... 90
- 5. Funciones de los ácidos nucleicos..... 91
- 6. Estructura del RNA ..... 92
- 7. Estructura del DNA ..... 94
- 8. Variaciones de la estructura del DNA ..... 96
- 9. La cromatina ..... 97

## U.D. II. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

### TEMA 6. INTRODUCCIÓN A LA CÉLULA ..... 104

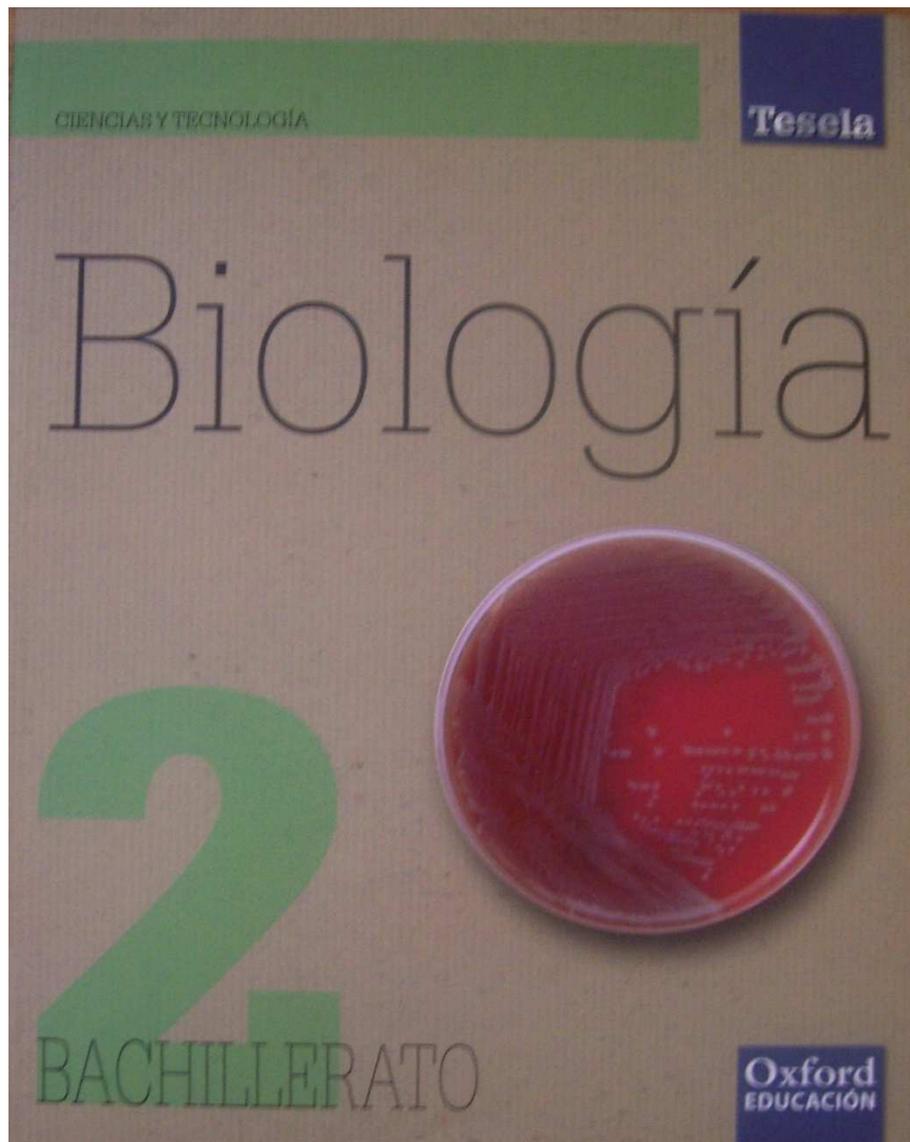
- 1. Teoría celular: introducción histórica ..... 106
- 2. Métodos de estudio de la célula ..... 107
- 3. Tipos de organización celular..... 112
- 4. Introducción al estudio de la célula eucariótica ..... 113
- 5. El paso de las células procarióticas a las eucarióticas ..... 118

### TEMA 7. LA ENVOLTURA CELULAR..... 124

- 1. La membrana plasmática ..... 126
- 2. Transporte a través de la membrana..... 130
- 3. Glicocáliz o cubierta celular ..... 135
- 4. Pared celular ..... 136

TEMA 8. CITOSOL Y CITOESQUELETO.....	144
1. Citosol.....	146
2. Citoesqueleto.....	147
3. Filamentos de actina.....	148
4. Filamentos intermedios.....	150
5. Microtúbulos.....	150
6. Cilios y flagelos.....	152
7. Centrosoma: centro organizador de microtúbulos.....	154
TEMA 9. RIBOSOMAS Y SISTEMAS DE ENDOMEMBRANAS.....	160
1. Ribosomas.....	162
2. Retículo endoplasmático (RE).....	164
3. El complejo de Golgi.....	166
4. Lisosomas.....	168
5. Vacuolas.....	170
6. Peroxisomas.....	172
7. El destino de las proteínas.....	173
TEMA 10. ORGÁNULOS ENERGÉTICOS.....	178
1. Mitocondrias.....	180
2. Cloroplastos.....	183
3. Orgánulos relacionados con los cloroplastos.....	186
4. Autonomía de mitocondrias y cloroplastos.....	187
TEMA 11. NÚCLEO. MITOSIS Y MEIOSIS.....	192
1. El núcleo.....	194
2. El ciclo celular.....	198
3. La meiosis y los ciclos vitales.....	204
<b>U.D. III. METABOLISMO Y AUTOOPERPETUACIÓN</b>	
TEMA 12. INTRODUCCIÓN AL METABOLISMO. ATP Y ENZIMAS.....	214
1. Concepto de metabolismo.....	216
2. Características de las reacciones metabólicas.....	217
3. Organismos autótrofos y heterótrofos.....	219
4. Las enzimas.....	220
5. El adenosin trifosfato o ATP.....	226
6. Coenzimas de oxidación-reducción.....	227
7. Vitaminas.....	228
TEMA 13. RESPIRACIÓN Y FOTOSÍNTESIS.....	234
1. Respiración aerobia.....	236
2. Catabolismo anaerobio.....	247
3. Anabolismo.....	250
4. Metabolismo autótrofo en organismos fotosintéticos.....	252
5. Fase luminica de la fotosíntesis. Fotofosforilación.....	254
6. El ciclo de Calvin.....	258
7. Otras rutas de anabolismo autótrofo.....	261
TEMA 14. LAS LEYES DE LA HERENCIA.....	266
1. Conceptos básicos de herencia biológica.....	268
2. Las leyes de Mendel.....	271
3. Ejemplos de herencia mendeliana.....	275
4. Ligamiento y recombinación cromosómicos.....	276
5. Herencia y sexo.....	279
6. Herencia ligada al sexo.....	281
7. Caracteres influidos por el sexo.....	282

TEMA 15. LOS GENES Y SU FUNCIÓN.....	288
1. La replicación semiconservativa del DNA.....	290
2. El mecanismo de la replicación.....	292
3. La expresión del mensaje genético.....	296
4. El mecanismo de la transcripción.....	297
5. El mecanismo de la traducción.....	300
6. Regulación de la expresión del mensaje genético.....	304
7. Los genes y los caracteres del organismo.....	306
TEMA 16. MUTACIONES Y MANIPULACIONES GENÉTICAS.....	312
1. Concepto de mutación.....	314
2. Mutaciones cariotípicas.....	315
3. Mutaciones cromosómicas.....	316
4. Mutaciones génicas.....	317
5. Frecuencia de las mutaciones naturales.....	319
6. Algunos fenómenos naturales resultado de las mutaciones.....	321
7. Las mutaciones y la evolución de los seres vivos.....	322
8. Mutaciones experimentales.....	324
9. Los DNA recombinantes y la ingeniería genética.....	325
10. El conocimiento del genoma humano y sus perspectivas.....	327
4. Fisiología de los procariontas.....	345
5. Reproducción bacteriana y formas de resistencia.....	347
6. Cianobacterias, micoplasmas y arqueobacterias.....	350
TEMA 18. MICROBIOLOGÍA APLICADA.....	356
1. Ambientes bacterianos.....	358
2. Las bacterias y la medicina.....	362
3. Enfermedades víricas.....	367
4. Microbiología industrial: procesos biotecnológicos.....	369
5. Aplicaciones de la ingeniería genética.....	375
6. Microorganismos, medio ambiente y control de plagas.....	376
TEMA 19. LA RESPUESTA INMUNITARIA.....	380
1. Concepto de inmunidad.....	382
2. Barreras inmunitarias externas.....	382
3. El sistema inmunitario. Defensas celulares.....	383
4. Cómo actúan los fagocitos.....	385
5. Las reacciones inflamatorias.....	387
6. Cómo actúan las células linfoides.....	388
7. Defensas químicas del sistema inmunitario.....	391
8. Los anticuerpos.....	393
9. El complemento.....	395
10. Inmunidad natural frente a la infección.....	396
11. Inmunidad inducida artificialmente.....	397
12. Alergia y anafilaxia.....	398
13. Autoinmunidad.....	399
14. Inmunodeficiencia.....	400
ÍNDICE ALFABÉTICO DE CONCEPTOS.....	404
<b>U.D. IV. MICROBIOLOGÍA Y AUTOCONSERVACIÓN</b>	
TEMA 17. BIOLOGÍA DE LOS MICROORGANISMOS.....	332
1. Los microorganismos.....	334
2. Formas acelulares: virus.....	335
3. Características generales de las bacterias.....	341



# Índice de contenidos

<b>I La biología como ciencia experimental</b>	<b>4</b>
1. El conocimiento ordinario y el conocimiento científico	5
2. El método científico	7
3. Evolución histórica de la biología como ciencia experimental	14
4. Experimentos históricos en biología	22
5. La experimentación biológica	23
6. Bioética	24
Actividades	25
Evaluación	25
<b>I La célula y la base fisicoquímica de la vida</b>	<b>26</b>
<b>2 La vida. La célula como unidad vital</b>	<b>28</b>
1. Características de los seres vivos	29
2. Métodos de estudio de la célula	36
3. El origen de la vida	42
<b>3 Bioelementos. Biomoléculas inorgánicas</b>	<b>44</b>
1. Bioelementos	45
2. Biomoléculas	47
<b>4 Glúcidos</b>	<b>56</b>
1. Características generales y clasificación de los glúcidos	57
2. Monosacáridos	58
3. Enlace O-glucosídico	65
4. Disacáridos	65
5. Polisacáridos	68
6. Métodos de identificación de glúcidos	71
<b>5 Lípidos</b>	<b>72</b>
1. Características generales y clasificación de los lípidos	73
2. Lípidos saponificables	74
3. Lípidos insaponificables	81
4. Métodos de identificación de lípidos	83
<b>6 Proteínas</b>	<b>84</b>
1. Características generales de las proteínas	85
2. Los aminoácidos	85
3. El enlace peptídico	90
4. Estructura de las proteínas	91
5. Propiedades de las proteínas	95
6. Funciones biológicas de las proteínas	96
7. Clasificación de las proteínas	97
8. Métodos de identificación de las proteínas	99
<b>7 Ácidos nucleicos</b>	<b>100</b>
1. Importancia de los ácidos nucleicos	101
2. Nucleótidos	101
3. El enlace nucleotídico	106
4. Ácidos nucleicos	107
<b>8 Estado físico de las biomoléculas</b>	<b>112</b>
1. Estado sólido	113
2. Estado líquido	113
3. Estado gaseoso	113
Bloque I Actividades	115
Evaluación	116
<b>II Estructura y fisiología de la célula</b>	<b>120</b>
<b>9 Técnicas de estudio de la célula. La membrana celular</b>	<b>122</b>
1. Técnicas de estudio de la célula y sus componentes	123
2. La membrana plasmática como unidad estructural	127
3. Composición de la membrana plasmática	128
4. Modelos de membrana	130
5. Funciones de la membrana celular	131
6. Transporte de moléculas a través de las membranas	131
7. Diferenciaciones de la membrana	135
<b>10 La célula eucariota: estructuras y orgánulos no membranosos</b>	<b>136</b>
1. Pared celular y glicocalix	137
2. Citoesqueleto celular	139
3. Ribosomas	144
4. Inclusiones citoplasmáticas	145
<b>11 La célula eucariota: orgánulos membranosos</b>	<b>146</b>
1. Tipos de orgánulos membranosos	147
2. Retículo endoplásmico	147
3. Complejo de Golgi	150
4. Lisosomas	152
5. Vacuolas	154
6. Orgánulos energéticos	155
7. Mitocondrias	155
8. Peroxisomas	158
9. Cloroplastos	159
<b>12 La célula eucariota: el núcleo celular</b>	<b>162</b>
1. Características generales del núcleo	163
2. Estructura y composición del núcleo	164
<b>13 La célula procariota</b>	<b>170</b>
1. Características generales de la célula procariota	171
2. La pared celular procariota	172
3. Las envueltas externas	174
4. El citoplasma	174
5. El nucleóide	175
6. Apéndices externos	176
<b>14 Funciones de nutrición y relación</b>	<b>178</b>
1. Funciones de nutrición	179
2. Funciones de relación	182
3. Movimiento	184
<b>15 División celular</b>	<b>188</b>
1. Ciclo celular	189
2. División mitótica	190
3. División meiótica	193
Bloque II Actividades	198
Evaluación	200

<b>III Metabolismo</b>	202	<b>V Microbiología y biotecnología</b>	352
<b>16 Metabolismo y enzimas</b>	204	<b>24 Microorganismos: concepto y diversidad</b>	354
1. Características de las reacciones metabólicas	205	1. Evolución histórica de la microbiología	355
2. Enzimas	206	2. Diversidad microbiana	357
3. Cinética enzimática	211	<b>25 Los virus</b>	372
4. Factores que influyen en la velocidad de las reacciones enzimáticas	213	1. Los virus son organismos acelulares	373
5. Mecanismos para aumentar la eficacia enzimática	214	2. Estructura y composición de los virus	374
6. Regulación de la actividad enzimática	215	3. Ciclo de multiplicación vírica	376
7. Nomenclatura y clasificación de las enzimas	219	4. Virus bacterianos	378
<b>17 Catabolismo</b>	220	5. Virus animales y vegetales	379
1. El catabolismo	221	6. Partículas subvirales: víroides y priones	380
2. Catabolismo de glúcidos	222	7. Origen de los virus	380
3. Catabolismo de lípidos	236	8. Métodos de estudio de los virus	381
4. Catabolismo de proteínas	238	<b>26 Microorganismos: importancia sanitaria y ecológica</b>	382
5. Catabolismo de ácidos nucleicos	241	1. Microorganismos y medio ambiente	383
<b>18 Anabolismo</b>	242	2. Los microorganismos como agentes beneficiosos o perjudiciales para la salud	391
1. Nutrición	243	3. Enfermedades producidas por microorganismos patógenos	396
2. Anabolismo	244	<b>27 Microorganismos y biotecnología</b>	400
3. La fotosíntesis	245	1. Una tecnología tradicional	401
4. Quimosíntesis	260	2. Industrias alimentarias	401
5. Biosíntesis de polisacáridos	261	3. Industrias químicas	404
6. Gluconeogénesis	262	4. Industrias farmacéuticas	407
7. Biosíntesis de lípidos	263	5. Producción microbiana de enzimas	408
8. Biosíntesis de compuestos nitrogenados	265	6. Biotecnología aplicada a la agricultura	410
Bloque III Actividades	268	7. Biotecnología ambiental	413
Evaluación	270	8. Biotecnología y minería	414
<b>IV Genética</b>	272	Bloque V Actividades	416
<b>19 Fundamentos de genética</b>	274	Evaluación	418
1. Terminología empleada en genética	275	<b>VI Inmunología</b>	418
2. Los experimentos de Mendel	276	<b>28 El sistema inmunitario</b>	420
3. Formulación actual de las leyes de Mendel	278	1. Antígenos	421
4. Mendelismo complejo	281	2. El sistema inmunitario	422
5. Teoría cromosómica de la herencia	283	3. Las defensas del organismo	423
6. Determinación del sexo	285	4. Defensas inespecíficas	424
7. Herencia ligada al sexo	287	5. Defensas específicas	431
8. Herencia influida por el sexo	288	6. Tolerancia inmune	443
<b>20 La base molecular de la herencia</b>	290	<b>29 Procesos inmunitarios normales y alterados</b>	444
1. El ADN como molécula portadora de la herencia genética	291	1. Tipos de inmunidad	445
2. Replicación del ADN	295	2. Alteraciones del sistema inmunitario	449
<b>21 La expresión del mensaje genético</b>	300	3. Importancia del sistema inmunitario en los trasplantes de órganos	455
1. El dogma central de la biología molecular	301	4. Papel de los fenómenos inmunitarios en el cáncer	456
2. Transcripción	302	Bloque VI Actividades	458
3. El código genético	307	Evaluación	460
4. Traducción	311	<b>Anexos</b>	462
5. Regulación de la expresión génica	311	Esquema general de los procesos inmunitarios	462
<b>22 Alteraciones del material genético</b>	314	Índice analítico	464
1. Las mutaciones	315		
2. Agentes mutagénicos	320		
3. Mutaciones y evolución	322		
4. Mutaciones y cáncer	323		
<b>23 Ingeniería genética</b>	324		
1. Técnicas de manipulación del ADN	325		
2. Clonación	332		
3. Ingeniería genética	339		
4. Proyecto Genoma Humano	346		
5. Impacto de la tecnología del ADN	347		
Bloque IV Actividades	348		
Evaluación	350		
		 Documentos y actividades de refuerzo y ampliación en el CD del alumno.	
		 Cuestiones y actividades tipo selectividad.	

En primer lugar voy a hablar de los libros de edición más reciente para, posteriormente, pasar a comparar su contenido, organización y estructura con el más antiguo, que es el que más diferencias presenta con respecto a los demás.

Lo que más rápidamente se observa y hace distintos a estos dos libros es el número de temas tan diferente que presentan, y lo primero que uno se pregunta al verlos es si el hecho de que el libro más reciente tenga 10 unidades más, organizadas en 6 bloques en lugar de los 4 del libro de 2004, implica que se incluye un número también mayor de contenidos o, por el contrario, se debe simplemente a una mayor división y separación de los mismos.

Como se puede ver en la tabla siguiente, los únicos contenidos adicionales que presenta el tipo de la Editorial Oxford Educación (2010) con respecto al de la Editorial ECIR (2004) son los incluidos en las unidades 1 y 14.

<b>BLOQUE (2010)</b>	<b>UNIDADES DIDÁCTICAS (2010)</b>	<b>UNIDADES DIDÁCTICAS (2004)</b>	<b>BLOQUE (2004)</b>
<b>I</b>	1	<b>No</b>	
<b>I</b>	2	6	<b>II</b>
<b>I</b>	3	1	<b>I</b>
	4	2	
	5	3	
	6	4	
	7	5	
	8	1	
<b>II</b>	9	7	<b>II</b>
	10-11-12-13	8-9-10	
	14	<b>No</b>	
	15	11	<b>II</b>
<b>III</b>	16	12	<b>III</b>
	17-18	13	
<b>IV</b>	19	14	
	20-21	15	
	22-23	16	
<b>V</b>	24-25	17	
	26-27	18	
<b>VI</b>	28-29	19	

El tema 1 del libro de 2010 lleva por título “La Biología como ciencia experimental” y hace las veces de tema introductorio donde se repasa la historia de la biología, su evolución y los experimentos y avances más importante que se han llevado a cabo. Por el contrario, el libro de 2004 carece por completo de esta introducción y empieza directamente a tratar las biomoléculas.

Lo mismo ocurre con el tema 14 del libro de 2010 titulada “Funciones de relación y nutrición” que no tiene equivalente en el libro de 2004. Estos contenidos se imparten en 1º de Bachillerato, no en 2º por lo que en el libro de 2010 constan como una unidad muy corta, de tan sólo 6 páginas, y en el de 2004 no aparecía en absoluto.

En el resto de contenidos, y como se puede observar en la tabla, ambos libros son idénticos como cabe esperarse dado que ambos cumplen las enseñanzas mínimas fijadas para Bachillerato, que no han cambiado sustancialmente entre estas fechas, siendo el Real Decreto actualmente vigente el RD 1467/2007.

Como también queda perfectamente reflejado en la tabla, la organización cronológica de los contenidos también es prácticamente idéntica. Con la única excepción de la unidad correspondiente a La Célula, que el libro de 2004 prefirió colocar una vez impartidos los contenidos referidos a biomoléculas y justo antes de comenzar con la organización celular, y el libro de 2010 adelantó y colocó justo antes de las biomoléculas.

Varía la forma de organizar los contenidos. Se observa que el libro de 2004 tiene a agrupar contenidos mientras que el de 2010 tiende a la individualización, lo que conlleva un aumento en el número de unidades didácticas; pero en el punto referente a contenidos y organización ambos libros son muy similares cosa que, repito, es lo que cabía esperar.

Cosa diferente ocurre cuando comparamos estos dos libros con el libro de C.O.U. del año 1976.

Este libro está dividido en 7 grandes apartados:

- El primero de ellos, titulado “La constitución del ser vivo” trata los temas de composición química de los seres vivos, su organización celular y la organización pluricelular de los seres vivos. Es decir, los contenidos de biomoléculas y organización y estructura celular que también aparecen en los libros actuales y, además, también son los primeros en impartirse. También abarca el tema de los virus, que si bien aparece en los libros actuales lo hace mucho más atrás en un apartado específico de microbiología. Y también incluye

en este apartado los tejidos animales y vegetales que ya no se imparten en este nivel actualmente, sino en 1º de Bachillerato.

- En el segundo de ellos, que lleva por título “La nutrición del ser vivo” se tratan los temas de incorporación de los nutrientes al organismo, su transporte por todo éste, su penetración en las células, su transformación dentro de las mismas y su excreción. El apartado de transformación de los nutrientes en el interior de las células, equivalente a metabolismo, si que está presente en el temario de los libros actuales, pero todos los demás (digestión, circulación, excreción, etc.) no, dado que actualmente se imparten en 1º de Bachillerato.
- El tercero, titulado “La reproducción y el desarrollo del ser vivo” abarca contenidos pertenecientes a los siguientes temas: reproducción sexual, reproducción asexual y desarrollo de los seres vivos, ninguno de los cuales aparece en el actual temario para Biología de 2º de Bachillerato.
- El apartado cuarto, que lleva por título “Los mecanismos de herencia en el ser vivo” recoge contenidos pertenecientes al ámbito de transmisión de los genes y los caracteres controlados por ellos, las poblaciones y la genética y la genética bioquímica. Éstos, son equiparables a las unidades de fundamentos de genética de los libros actuales pero falta gran cantidad de contenido en este apartado correspondiente a la expresión del mensaje genético, las alteraciones del material genético y la ingeniería genética; principalmente porque son disciplinas cuyo desarrollo ha tenido lugar principal o totalmente con posterioridad a la publicación del libro.
- El apartado quinto, llamado “Las funciones de relación y coordinación del ser vivo” recopila contenidos correspondientes a los temas de coordinación nerviosa y hormonal y al comportamiento animal. Ninguno de estos temas figura actualmente como parte del temario de Biología de 2º de Bachillerato, sino que se imparte en 1º.
- La sexta parte, referida a “Poblaciones. El ser vivo en relación con el medio ambiente” trata contenidos relacionados con los factores ecológicos (bióticos y abióticos) y la adaptación de los seres vivos a ellos, poblaciones y relaciones inter e intraespecíficas. Ninguno de dichos contenidos del ámbito de la Ecología y la Dinámica de poblaciones se recogen en la actualidad en las enseñanzas mínimas referidas a Biología de 2º de Bachillerato.

- Finalmente, en el séptimo apartado, “El ser vivo frente a la infección” que trata del sistema y los procesos inmunitarios sí están incluidos de igual manera en los libros actuales.

Como conclusión general de este apartado podemos recalcar que el cambio o evolución en cuanto al contenido (temario) y la organización de dicho contenido en los libros de texto de Biología a nivel de 2º de Bachillerato ha sido notable en los últimos 40 años.

La forma de organizar la información por bloques en los libros antiguos con relación a los actuales realmente no difiere mucho. En ambos casos se sigue un orden lógico que progresa de más a menos, empezando por los componentes químicos de los seres vivos, siguiendo por la unidad básica de organización que es la célula y terminando ya a nivel de organismo (o incluso de poblaciones).

La diferencia sustancial se encuentra, por tanto, en los contenidos. Como se ha podido ir observando en la comparativa anterior, muchos de los contenidos que antiguamente se impartían en Biología de C.O.U. (correspondiente a 2º de Bachillerato) a día de hoy se imparten a los alumnos de 1º, en Biología y Geología. Además, muchos de los contenidos que a día de hoy consideramos totalmente imprescindibles, antiguamente eran aún desconocidos dado que la ciencia y la técnica aún no habían avanzado lo suficiente como para ponerlos a nuestra disposición. Debido a todo esto, se echan en falta temas relacionados con la expresión del material genético, las mutaciones, la ingeniería genética, microbiología, biotecnología e inmunología; campos en los que la ciencia ha avanzado notablemente en los últimos años por lo que sí están recogidos en los libros actuales (2004 y 2010) pero no en el de 1976.

### **3.2. Cambios en los contenidos**

A diferencia del apartado anterior, centrado en analizar que contenidos formaban parte del temario hace años y cuales forman parte de él actualmente, en este apartado tomaré varios temas y me centraré en analizar cómo ha cambiado la información que en ellos se

presenta como resultado de los descubrimientos acontecidos en distintos campos de la ciencia.

El primer tema elegido para este análisis es **La Respuesta Inmunitaria**, que se ve representado:

- En el libro de 1976 por el Tema II de la Séptima Parte llamado “Las Defensas del cuerpo contra las infecciones”.
- En el libro de 2004 por el Tema 19 llamado “La respuesta inmunitaria”
- Y en el libro de 2010 por un bloque completo (Bloque VI) constituido por dos temas: el tema 28 “El sistema inmunitario. Componentes y acción” y el tema 29 “Procesos inmunitarios normales y alterados”.

En el libro de C.O.U. de la Editorial ECIR de 1976, el volumen de contenidos es mucho menor que en el caso de libros más modernos y éstos se encuentran, en algunos casos, desactualizados; pero llama la atención que su estructura es muy similar a la del libro de 2004, de la misma editorial, pero de 2004 para 2º de Bachillerato.

El cuadro siguiente muestra las diferencias a nivel de contenidos incluidos entre el libro de 1976 y el de 2004:

1976	2004
Concepto de inmunidad	Concepto de inmunidad
Mecanismos defensivos externos	Barreras inmunitarias externas
Mecanismos defensivos internos	El sistema inmunitario. Defensas celulares
	Cómo funcionan los fagocitos
	Cómo funcionan las células linfoides
Mecanismos de acción de los anticuerpos	Los anticuerpos
Tipos de reacción antígeno-anticuerpo	
	Defensas químicas del sistema inmunitario
	El complemento
Tipos de inmunidad	Tipos de inmunidad
• Congénita	• Natural

• Adquirida	• Inducida artificialmente
Fenómenos afines a la inmunidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipersensibilidad</li> <li>• Anafilaxia</li> </ul>	Alergia y anafilaxia
Lucha contra microorganismos, patógenos e infecciones	
	Autoinmunidad
	Inmunodeficiencia

A pesar de sus notables semejanzas en el apartado de estructuración y organización de los contenidos en el tema, el color rojo de los apartados indica que los contenidos en un caso u otro son muy diferentes o que, directamente, en uno de los ejemplares no existen contenidos relativos a ese apartado.

- En el concepto de inmunidad, el libro de 1976 propone el siguiente: “resistencia que presentan los organismos frente a la infección. Este concepto también aparece en el libro de 2004, pero en este libro se le considera el concepto restringido de inmunidad y, junto a él, se presentan otros dos conceptos que en absoluto figuran en 1976, el de concepto general y el concepto ampliado de inmunidad.
- En los apartados de mecanismos de defensa externos o barreras inmunitarias externas, ambos libros presentan la misma información sin apenas variaciones hablando de la piel y las mucosas.
- Uno de los apartados en que más diferencias se aprecian es el correspondiente a mecanismos de defensa internos o defensas celulares, ya que el libro de ECIR de 1976 sólo menciona como tipos celulares involucrados en la respuesta inmunitaria a los macrófagos, los fagocitos y los linfocitos y, si bien es claro que estas células intervienen, ahora se sabe que también lo hacen muchas otras que sí aparecen mencionadas en el libro de 2004:
  - Células mieloides inmunitarias:
    - Fagocitos:
      - Monocitos o macrófagos (estado adulto).
      - Granulocitos neutrófilos.

- Células asociadas a reacciones inflamatorias:
      - Granulocitos basófilos.
      - Mastocitos.
      - Granulocitos eosinófilos.
    - Células linfoides:
      - Linfocitos T.
        - Linfocitos Ta o T4.
        - Linfocitos Tc o T8.
      - Linfocitos B.
- Los apartados correspondientes a actuación de los fagocitos y de las células linfoides que aparecen en el libro de 2004 como apartados individualizados y con una explicación en profundidad de los procesos que tienen lugar en el libro de 1976 aparecen como pequeñas reseñas que acompañan a las definiciones de fagocitos, macrófagos y leucocitos en el apartado anterior.  
 Cómo en el libro de 1976 no aparecen todos los tipos celulares involucrados en los procesos inmunes, en ese libro falta la práctica totalidad de la información que contiene el de 2004 en estos apartados. Y la que aparece, es información que cuenta el proceso muy por encima. Los avances en inmunología de las últimas décadas son los que han permitido que el libro de 2004 pueda contar con detalle y en profundidad el proceso que llevan a cabo estas células.
- Los apartados de anticuerpos de ambos volúmenes, a pesar de encajar casi perfectamente en cuanto a estructura y disposición dentro del tema, difieren mucho en cuanto a contenidos. El libro de 1976 únicamente habla de manera general del concepto de antígeno y anticuerpo y de las reacciones que tienen lugar entre éstos, mientras que el libro de 2004, gracias a los avances en esta materia, explica de manera pormenorizada la estructura de los anticuerpos y cómo éstos reaccionan con los antígenos para que dejen de ejercer su efecto tóxico sobre el organismo.
- Tanto el apartado de defensas químicas del organismo (que trata de cómo las células inmunitarias se coordinan con distintas sustancias químicas para llevar a cabo su labor) como el del complemento (proteína disuelta en el plasma sanguíneo que constituye una defensa contra las bacterias) son descubrimientos tan recientes en este campo que el libro de 1976 no recoge nada semejante.

- La diferencia principal en los apartados de inmunidad es la organización. El libro de 1976 clasifica la inmunidad en congénita y adquirida (pudiendo ser ésta natural o mediante vacunas); mientras que el libro más actual clasifica en primer término la inmunidad en natural (congénita o adquirida) y posteriormente en inducida artificialmente (hablándose ya en este caso de vacunas y  $\gamma$ -globulinas). Además, éstas últimas, las  $\gamma$ -globulinas, no se comentan en ningún punto del libro antiguo.
- Sin embargo, los apartados dedicados a alergia y anafilaxia son bastante semejantes, principalmente porque el libro de 2004 no ahonda mucho en el tema, sólo ofrece una pincelada general. De otra manera sí se notarían más diferencias, dados los avances que han tenido lugar también en este campo.
- Por último, en el libro de 2004 no se hace mención alguna a lucha contra microorganismos, patógenos e infecciones y, en el de 1976, tampoco se habla para nada de autoinmunidad e inmunodeficiencia.

Ahora, comenzamos la comparación entre los dos volúmenes más modernos que, en cuanto a organización, destaca porque el volumen de 2010 trata este tema en dos unidades en lugar de 1 que es lo que le concede al tema el libro de 2004.

En términos generales se puede decir que el tema 28 del libro de Biología de 2º de Bachillerato de la Ed. Oxford Educación (2010), denominado “El sistema inmunitario. Componentes y acción” incluye y amplía todos los contenidos que incluía el tema del libro de 2004 con excepción de los apartados de inmunidad, alergia, anafilaxia, autoinmunidad e inmunodeficiencia, que son colocados en un tema aparte (tema 29 “Procesos inmunitarios normales y alterados”) y tratados en mucha más profundidad.

El Tema 28 del libro de Oxford Educación de 2010 concuerda y difiere con el tema 19 del libro de ECIR de 2004 en los siguientes puntos:

- Concepto de antígeno. El concepto de antígeno aparece en ambos libros y, en los dos casos, se le da una importancia similar y se profundiza en el tema de igual manera. Sin embargo, en el libro de 2004 aparece bastante avanzado el tema, al

explicar la actuación de los anticuerpos, y en el de 2010 es la idea principal que abre el tema.

- Concepto de inmunidad y sistema inmunitario. Es el concepto que comienza definiendo y explicando el libro de 2004 y es el segundo aspecto que aborda el libro de 2010. Además, en este segundo libro, se dedica más espacio a hablar en profundidad de este concepto, sirviendo como introducción y enlace con todas las ideas que se desarrollarán posteriormente, mientras que en el libro de 2004 sólo se hace mención a definiciones, de una manera muy aislada, sin relacionar con lo anterior o lo siguiente.
- Defensas externas del organismo. Aunque con distinto título (Defensas del organismo en el caso del libro más moderno y Barreras inmunitarias externas en el del más moderno) ambos libros manejan los mismo conceptos e ideas y en una profundidad semejante: el papel de la piel, las mucosas, etc. En la protección del organismo frente a agentes externos nocivos.
- Defensas inespecíficas. Éste es el título del apartado que sigue a los anteriores en el libro de 2010. Trata sobre la inflamación, los fagocitos, el complemento y el interferón que, si bien aparecen también en el libro de 2004 con contenidos y profundidad del análisis muy similar, en éste lo hacen en un orden completamente distinto. No se encuentran como subapartados agrupados dentro de un mismo apartado, sino como apartados independientes. Y tampoco aparecen en el mismo orden que les otorga el libro de 2010 sino que, en el libro de 2004, puedes encontrar contenidos, que para el libro de 2010 formarían un apartado completamente distinto, intercalados con éstos.

En el libro de 2004 el apartado citado estaría repartido entre los apartados: Las reacciones inflamatorias, Cómo actúan los fagocitos y El complemento.

- Defensas específicas. Éste es el título del apartado siguiente en el libro de 2010 y que habla sobre los linfocitos, los órganos linfoides, el mecanismo de acción de este tipo de células en el organismo, los anticuerpos (tipos, estructura y funciones) e inmunidad celular. Como ocurría también en el apartado anterior, las diferencias entre un libro y otro se basan fundamentalmente en la organización y estructuración de los contenidos dado que ambos temas recogen la misma información pero colocada de manera distinta.

En el libro de 2004 el apartado citado del libro de 2010 se corresponde con los apartados: Cómo actúan las células linfoides, Defensas químicas del sistema inmune, Los Anticuerpos y El sistema inmune. Defensas celulares.

- Finalmente, el libro de la editorial Oxford Educación incluye un apartado que no aparece en el de ECIR que es el de la tolerancia inmune, que intenta explicar (dado que aún es una teoría, la teoría de la selección clonal) el mecanismo por el que el cuerpo es capaz de reconocer los antígenos propios y no rechazarlos.

Se trata de un concepto muy novedoso que, por este motivo, no figura en el libro de 2004 y, por supuesto, tampoco en el de 1976.

En cuanto al Tema 29 del libro de 2010, incluye toda la información referente a Inmunidad Natural, Inmunidad Inducida Artificialmente, Alergia, Anafilaxia y Autoinmunidad que incluye al final del tema el libro de 2004 pero mucho más desarrolladas e incluyendo apartados, informaciones y conceptos a mayores, que no aparecen en el libro más antiguo.

Habla de inmunización pasiva y activa (vacunas), ambos temas tratados también en el otro libro, pero dedica dos páginas y un artículo de investigación a explicar en profundidad los distintos tipos de vacunas (atenuadas, inactivas y acelulares) con sus correspondientes subtipos, administración y mecanismo de acción.

Incluye un apartado de alteraciones del sistema inmunitario que trata las inmunodeficiencias heredadas (como la enfermedad granulomatosa crónica o el Síndrome de Di George), las inmunodeficiencias adquiridas (con el caso más conocido e importante que es el SIDA tratado en profundidad), los distintos tipos de hipersensibilidad y las enfermedades autoinmunes como el lupus o la esclerosis múltiple. Aunque nada de lo que aparece en este apartado es un descubrimiento muy reciente, por lo que podría haber aparecido en el libro de 2004, éste no recoge nada sobre este tema.

Finalmente trata la importancia del sistema inmunitario en el trasplante de órganos y en el cáncer. Ambos temas tampoco están incluidos en el libro de 2004 a pesar de tratarse de información conocida en aquella época.

Hemos analizado un tema que ha sufrido importantes modificaciones a lo largo de los años. Por otro lado, existen temas que son extremadamente similares dado que los contenidos que abarcan no han sufrido prácticamente modificación en los últimos años al ser temas muy bien estudiados desde hace años o en los que no se está trabajando actualmente.

Un ejemplo claro es el tema que podemos denominar “**Bioelementos y biomoléculas inorgánicas**”.

- En el libro de 1976 no es un tema aparte sino que la composición química de los seres vivos se da como un conjunto, sin desglosar. Este tema en concreto se corresponde con el apartado de principios inmediatos orgánicos de este libro.
- En el libro de 2004 figura ya como tema independiente con el nombre de “Bioelementos y Biomoléculas inorgánicas” siendo el Tema 1 del libro.
- Finalmente, en el libro de 2010 aparece como tema 3 (detrás del tema de introducción a la biología y del tema sobre la célula) con el nombre de “Bioelementos. Biomoléculas inorgánicas”.

Como ya he adelantado, los contenidos apenas sufren modificación entre unos libros y otros. En algunos apartados del tema, la única diferencia es la amplitud con la que se describe un cierto fenómeno, nada más, dado que el orden de exposición de los contenidos es prácticamente calco como se puede observar en el cuadro siguiente:

1976	2004	2010
<b>Componentes químicos de la materia viva:</b>	<b>Los elementos de la vida.</b> <b>Bioelementos:</b>	<b>Bioelementos:</b>
• Definición	• Definición	• Definición
• Clasificación	• Clasificación + propiedades	• Clasificación
		• Propiedades
<b>Principios inmediatos</b>	<b>Biomoléculas inorgánicas</b>	
El agua	El agua	El agua
	• Est. química	• Est. química
• Funciones biológicas +	• Funciones biológicas	• Funciones biológicas

propiedades físico-químicas		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades físico-químicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades físico-químicas</li> </ul>
Sales minerales	Sales minerales	Sales minerales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición</li> <li>• Funciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición</li> <li>• Funciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición</li> <li>• Funciones</li> </ul>

Aunque en este caso también podemos observar bastantes zonas coloreadas en rojo, lo que indica diferencias entre los distintos libros, estas se deben fundamentalmente a la organización de los contenidos, sin haber diferencias significativas entre ellos:

- La definición de bioelementos es muy similar en los tres casos.
- En cuanto a clasificación y propiedades sí que destaca que el libro de 1976 no habla de las propiedades de éstos de manera directa. Por lo demás, en este apartado sólo decir que tanto el libro de 2004 como el de 2010 hablan de clasificación y propiedades de los bioelementos, siendo diferente su presentación en el libro. El libro de 2004 menciona conjuntamente clasificación y propiedades, mientras que el libro de 2010 separa estos contenidos en dos apartados.
- En los 3 libros se menciona como biomoléculas inorgánicas el agua y las sales minerales.
- Las diferencias al hablar del agua radican en que el libro de 1976 no habla de su estructura química, pero menciona, al igual que los otros dos libros, sus propiedades físico-químicas y sus funciones biológicas. En este último aspecto, las diferencias vuelven a darse en el campo de la organización, dado que algunos libros han optado por explicarlas de manera conjunta y otros en apartados separados. También indicar que el libro de 2010 explica en mayor profundidad cada una de las propiedades, poniendo más ejemplos ilustrativos.
- Y en cuanto a las sales minerales, su definición es prácticamente idéntica en todos los casos y todos los libros mencionan, igualmente, sus funciones. En todos los casos se mencionan de manera directa, como apartado separado, la regulación de los fenómenos osmóticos y la regulación del pH. Además, los

libros más recientes incorporan pequeños párrafos referentes a las funciones fisiológicas y bioquímicas de las sales.

Como se ha podido observar, en el desarrollo de la enseñanza de la Biología y la Geología, no sólo se han observado cambios en los contenidos que se han metido o sacado del currículo, sino que éstos, internamente, también han sufrido un cambio o evolución a lo largo de los años como consecuencia del avance y los descubrimientos en los distintos campos de las ciencias experimentales.

Pero, como también hemos sido capaces de observar en este apartado, algunos contenidos o temas han sufrido una variación mucho más profunda que otros. Esto se puede deber a que se estén realizando muchas investigaciones en esa dirección, a que sean cuestiones de reciente descubrimiento de las que todavía no se sabe mucho y que están sujetas a continuas modificaciones o a que los avances técnicos nos hayan permitido darnos cuenta de que lo que creíamos de una manera, era en realidad de otra.

### **3.3. Cambios en las actividades del libro**

El libro de 1976 no tiene actividades ni ejercicios de ningún tipo para que el alumno afiance los contenidos que se le imparten, en ninguno de los temas del libro.

Lo más parecido a un ejercicio o actividad que se observa tras analizar la totalidad del libro son algunos problemas de genética que aparecen ya resueltos que sirven para ilustrar y aclarar completamente a los alumnos la explicación dada al respecto por el profesor. Sin embargo, como he dicho antes, no se plantea ningún ejercicio que el alumno pueda resolver por su propia cuenta a modo de repaso o autoevaluación.

Refleja claramente el tipo de metodología utilizada mayoritariamente por los profesores de la época (basada en clases únicamente magistrales) y el tipo de aprendizaje que se esperaba por parte de los alumnos (puramente memorístico).

Del libro de 2004 destacar, en primer lugar, que al igual que el de la Editorial Oxford Educación de 2010, incluye en cada una de las unidades en que se divide el temario, distintos tipos de ejercicios, actividades y problemas.

Las actividades propuestas son de distintos tipos y cumplen funciones concretas: ejercicios teóricos (para afianzar lo impartido durante la clase y repasar), ejercicios de investigación (para desarrollar la autonomía del alumno), ejercicios de comentario (para desarrollar el espíritu crítico de los alumnos), problemas (para afianzar conceptos y desarrollar la competencia matemática), ejercicios de relación (para asociar contenidos de diferentes temas o disciplinas) y ejercicios de razonar, basados en la teoría que se ha explicado.

Dependiendo de si el tema dado presenta un carácter más teórico o más práctico, el porcentaje que supone cada tipo de actividad varía para adaptarse a las necesidades de la unidad.

Al finalizar cada apartado de contenidos en el libro, encontramos un par de ejercicios (que suelen ser de carácter fundamentalmente teórico) para repasar y afianzar lo aprendido antes de avanzar hacia otro bloque de ideas.

Además, al finalizar cada tema y antes de iniciar el siguiente, encontramos 3 páginas destinadas a actividades:

- La primera de ellas recoge entre 10 y 20 actividades de todos los tipos diferentes ya mencionados, estructurados y marcados de la siguiente manera:
  - Círculo amarillo: nivel básico.
  - Triángulo rojo: Nivel intermedio.
  - Cuadrado azul: nivel avanzado.

## Actividades

- 1 Define los siguientes conceptos: oligoelemento, biomolécula, sistema tampón, emulsión, plasmólisis, turgencia.
- 2 Observa la siguiente tabla de contenido en agua (porcentaje en masa) en diferentes órganos del ser humano, y trata de razonar el sentido biológico de dicha distribución:
 

cerebro	86 %
sangre	79 %
músculos	75 %
hígado	70 %
cartilagos	55 %
huesos	22 %
dientes	10 %
- 3 Relaciona mediante flechas los siguientes elementos minerales con el papel que realizan:
 

Hierro	Se deposita en los huesos.
Fluor	Componente de la molécula de hemoglobina.
Fósforo	Se localiza en los huesos y en los dientes.
Calcio	Necesario para la tiroides.
Yodo	Fuente de energía y componente del DNA.
- 4 En el ser humano, el contenido en agua varía desde un 94 % en el feto de tres meses, hasta un 60 % en un individuo de unos 80 años. ¿Qué conclusiones puedes sacar de estos datos?
- 5 ¿Por qué el agua es un dipolo? Señala una de sus propiedades físico-químicas e indica las funciones biológicas que le permiten realizar.
- 6 a) ¿Qué ocurriría si se colocaran en agua marina glóbulos rojos de la sangre?  
b) ¿Y si se colocaran células vegetales?
- 7 Indica las semejanzas y diferencias entre difusión, diálisis y ósmosis.
- 8 Señala algunas funciones específicas de los siguientes iones:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ .
- 9 Pon ejemplos de partes del organismo humano donde el pH tenga valores alejados de la neutralidad.
- 10 Si tenemos una disolución de sulfato de cobre al 10 % separada por una membrana semipermeable de otra disolución de sulfato cúprico al 5 %, ¿difundirá el agua desde la solución al 10 % hasta la del 5 %, o desde la del 5 % hasta la del 10 %? Razonalo.
  - ▲ Señala de forma razonada si son verdaderas o falsas las siguientes expresiones:
    - a) El fósforo es imprescindible para la vida animal y vegetal. ✓
    - b) Cuanto más activo es un órgano más hidratado está y viceversa. ✓
    - c) El agua alcanza su máxima densidad al convertirse en hielo. F
    - d) Los iones minerales ayudan a mantener el pH de los líquidos biológicos. ✓
  - ▲ Un alumno llevó a cabo el siguiente experimento. Peló una patata y cortó un trozo alargado de unos 40 mm y lo introdujo en un recipiente que contenía una solución concentrada de sacarosa. Transcurrida una hora, sacó el trozo y al volver a medirlo comprobó que ahora medía 36 mm. Sugiere una explicación para este resultado. ¿Cómo debería hacerse el control de este experimento?
  - ▲ Siendo el oxígeno unas 146 veces más abundante en la corteza terrestre que el carbono y siendo su posición contigua en la misma columna del sistema periódico, ¿qué propiedades del carbono han hecho que se preservara en el proceso de evolución frente al oxígeno? *Como por ejemplo es más estable que el CO<sub>2</sub> y el agua.*
  - ▲ ¿Qué influye más en la plasmólisis de una célula vegetal, los glucidos o los cationes disueltos en el medio externo? ¿Y en la turgescencia? Razonalo. *La turgescencia es la consecuencia de la plasmólisis.*
  - ▲ ¿Qué ocurriría si se inyectase a una persona agua destilada? ¿Por qué?
  - ▲ Si se elimina la pared celular de un tejido vegetal por procesos enzimáticos, las células quedarán con la membrana plasmática únicamente. ¿Se darán fenómenos de turgescencia? ¿Qué ocurrirá con las células en un tejido vegetal así tratado?
  - ▲ ¿Qué ventajas tiene para la vida la disociación espontánea de las moléculas de agua? *Permite participar como reactivo en las reacciones disociado en  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$*

De tal manera que las primeras están elaboradas de cara a ser realizadas a la vez que se imparten los contenidos y son sencillas; y, poco a poco, se va complicando paulatinamente de manera que ya no requieren sólo memorizar sino organizar, sintetizar, reelaborar, opinar, relacionar contenidos, etc.

- La segunda es un texto de ampliación con una temática relacionada con la unidad impartida y con una serie de preguntas al final, cuya respuesta se obtiene fácilmente tras una lectura detenida del texto. Y, aparte de ampliar conocimientos, motiva el ánimo lector.

Se había creído siempre que uno de los innumerables beneficios del ejercicio físico era contribuir a forjar unos huesos más ricos en componente mineral óseo (el fosfato tricálcico), más densos y, por tanto, más resistentes a las fracturas.

Parece ser que esto es cierto cuando se realiza una actividad física moderada, pero no ocurre así en los casos de prácticas deportivas que impliquen un ejercicio físico intenso y de larga duración.

En corredores de larga distancia, por ejemplo, cuanto mayor es el kilometraje semanal entrenado, menor tiende a ser su contenido mineral óseo, y a parecida conclusión llega un estudio sobre un grupo de ciclistas aficionados, de entre 15 y 19 años, con un régimen de entrenamiento de unas 10 horas semanales: los valores del contenido en calcio de los huesos fueron menores que en un grupo control de jóvenes de vida sedentaria.

En la realización continuada de ejercicios físicos intensos es muy importante proceder al control de la posible disminución del contenido mineral en los huesos de los deportistas. Ello implicaría una menor densidad ósea, lo cual es uno de los factores causantes de las denominadas *fracturas por estrés*, un tipo peculiar de fracturas (una grieta muy delgada) particularmente frecuentes en los huesos de la pierna y del pie, a consecuencia del castigo traumático repetido de un hueso. Las fracturas por estrés son relativamente altas en los deportes de atletismo, fútbol, voleibol, etc., e incluso en la danza y el baile.

La pérdida excesiva del fosfato tricálcico en los huesos de quienes entrenan mucho se debe a la eliminación de iones calcio por el sudor.

La eliminación de calcio a través de la piel es baja en reposo o durante periodos cortos de ejercicio moderado, pero llega a ser muy alta con ejercicios largos e intensos: en una sesión de entrenamiento de dos horas, un jugador profesional de baloncesto pierde más de 400 miligramos de calcio, o sea, más de un tercio del que un adulto debe tomar diariamente para cubrir las necesidades de su organismo.

Por suerte, el organismo parece reaccionar ante tamaño despilfarro y, con el transcurso del tiempo y sin modificar el entrenamiento, se suda cada vez menos calcio, una adaptación fisiológica de carácter ahorrativo si-

milar a la que acontece con el sodio en iguales circunstancias.

Pero aun así no basta: en los deportistas a los que nos referimos, hecho el balance, se pierde más calcio del que se necesita para mantener los huesos con una densidad mineral adecuada. Las necesidades de calcio durante un período de entrenamiento intenso parecen ser superiores al gramo de calcio diario recomendado para un hombre adulto de 25 a 65 años.

Un remedio sencillo es tomar calcio en la dieta. Ingeriendo al día entre 1 a 1,5 gramos es suficiente para fortalecer los huesos, siempre que no se realice una actividad física intensa. En estos casos se recomienda tomar unos 2 gramos diarios como mínimo. A título orientativo del contenido de calcio de algunos alimentos indicaremos que un tazón de leche (algo menos de un cuarto de litro) contiene unos 300 miligramos de calcio, y un yogur estándar, alrededor de 150 miligramos. En los quesos, el contenido en calcio cambia mucho según la variedad: desde los 50 miligramos de una ración de *brie* hasta casi los 300 miligramos de la misma cantidad de *gruyère*. Si no se puede obtener el suficiente calcio en la dieta se recurre a tomar suplementos de calcio en dosis de 500 miligramos.



Fig. 17. Fractura por estrés del 5º metacarpiano.

### CUESTIONES

- ¿Qué se necesita para obtener una buena masa ósea?
- ¿Qué importancia tiene el calcio en la densidad ósea?
- ¿Cómo se puede diagnosticar una fractura de hueso generada por estrés? ¿En qué huesos será frecuente este tipo de fracturas?

- Finalmente, una página destina a investigación y técnicas donde se proponen varias prácticas de laboratorio a partir de materiales simples y completamente detalladas de manera que pueden ser realizadas en el laboratorio del centro bajo la tutela del profesor o llevadas a cabo por el alumno por su cuenta como proyecto de ampliación.



## Investigaciones y técnicas

### APLICA UNA TÉCNICA: *Turgescencia y plasmólisis en las células de la epidermis de cebolla roja*

**Objetivo:** Observación de fenómenos osmóticos utilizando un método indirecto que pone de manifiesto cómo la membrana plasmática se comporta como una membrana semipermeable con respecto al paso del agua.

**Material:** Microscopio óptico; portaobjetos y cubreobjetos; disoluciones de sacarosa 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 y 1 Molar.

**Método:** Toma un pequeño fragmento de epidermis de cebolla roja y colócalo directamente sobre un portaobjetos. Añade una gota de agua.



Fig. 18

Observa la presencia de una gruesa vacuola que contiene en su interior pigmento rojo. Realiza un dibujo.

A continuación, toma cinco fragmentos de epidermis de cebolla roja y coloca cada uno de ellos en los respectivos vidrios de reloj que contienen las disoluciones de sacarosa 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 y 1 Molar. Mantenlas sumergidas allí durante diez minutos.

Toma el fragmento de epidermis de cebolla roja que está en la solución más concentrada y obsérvala al microscopio. Realiza un dibujo. Si las vacuolas están claramente separadas de la pared celular, se dice que las células están *plasmolizadas*.

Ahora coge el fragmento de cebolla roja que está en la solución más diluida y repite la observación. Si las células tienen un aspecto hinchado, se dice que están *turgentes*.

Prosige la observación con los demás fragmentos de epidermis de cebolla roja y trata de comprobar si a medida que aumenta la concentración de la disolución de sacarosa, hay mayor número de células plasmolizadas.

#### Cuestiones:

- ¿Qué concentración de sacarosa se puede considerar isotónica con respecto al protoplasma celular?
- ¿Qué posición adopta la vacuola en la turgescencia?

- ¿Por qué el pigmento rojo en vez de difundirse por todo el citoplasma celular se mantiene en el interior de la vacuola a pesar de que ésta disminuya de volumen?
- ¿Cuál sería la presión osmótica de una célula de epidermis de cebolla en condiciones normales?

### REALIZA UNA INVESTIGACIÓN: *Estudio comparativo de la permeabilidad de diferentes membranas*

En el estudio experimental de la ósmosis se utilizan dispositivos denominados osmómetros, uno de cuyos componentes es una membrana semipermeable (figura 19). En la investigación que proponemos se trata de probar varios tipos de membranas disponibles en el comercio con la finalidad de determinar cuáles cumplen mejor el papel de membrana osmótica.

#### Sugerencias experimentales

a) Puedes utilizar algún dispositivo semejante a los de la figura o cualquier otro que diseñes y pueda optimizar los resultados de la investigación.

b) Como medios generadores de presión osmótica, puedes utilizar diferentes sustancias coloreadas (sulfato de cobre, rojo Congo, rojo neutro, etc., en disoluciones concentradas).



Fig. 19

c) Como membranas puedes utilizar diferentes tipos de celofán, tripa artificial de embutidos, tripa de cerdo u otras.

#### Cuestiones y actividades:

- ¿Qué resultados experimentales indicarán la idoneidad de la membrana osmótica probada?
- ¿Qué interés tiene utilizar sustancias coloreadas?
- ¿Tiene alguna ventaja experimental utilizar membranas artificiales, como el celofán?
- Realiza un informe que considere: problema investigado, hipótesis experimentales, diseño (material y métodos), organización de los resultados obtenidos, discusión y conclusiones.

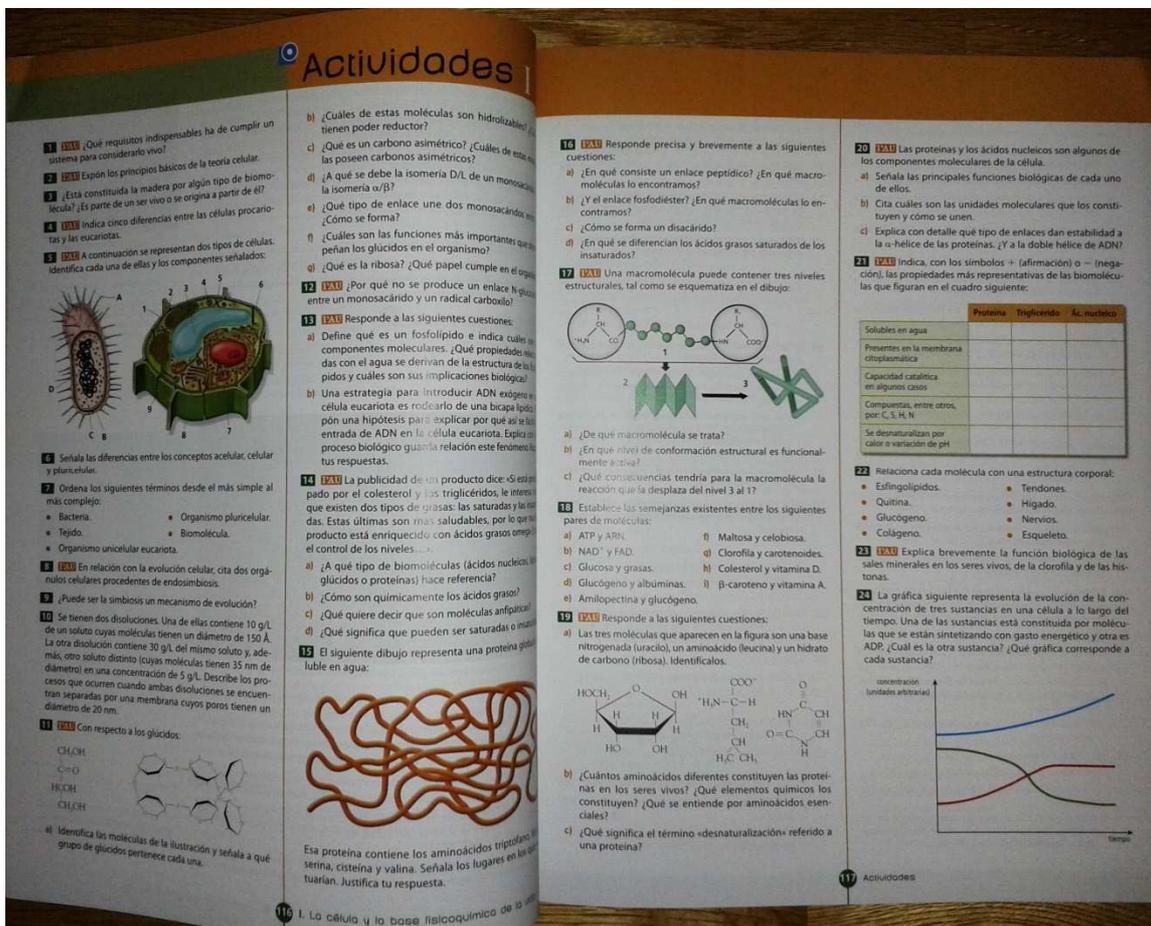
Un aspecto negativo a destacar es la ausencia de un texto o actividades introductorias al inicio de cada unidad, que sí se suelen utilizar en libros destinados a cursos inferiores y que sirven como detección de ideas previas.

Como en el caso anterior, el libro publicado en 2010 también contiene distintos tipos de ejercicios, actividades y problemas estructurados dentro de cada uno de los temas y perfectamente adaptados a ellos.

De igual modo, cada uno de los ejercicios está planteado persiguiendo una finalidad específica (definir, analizar, sintetizar, relacionar, opinar...) y se organizan en niveles de complejidad.

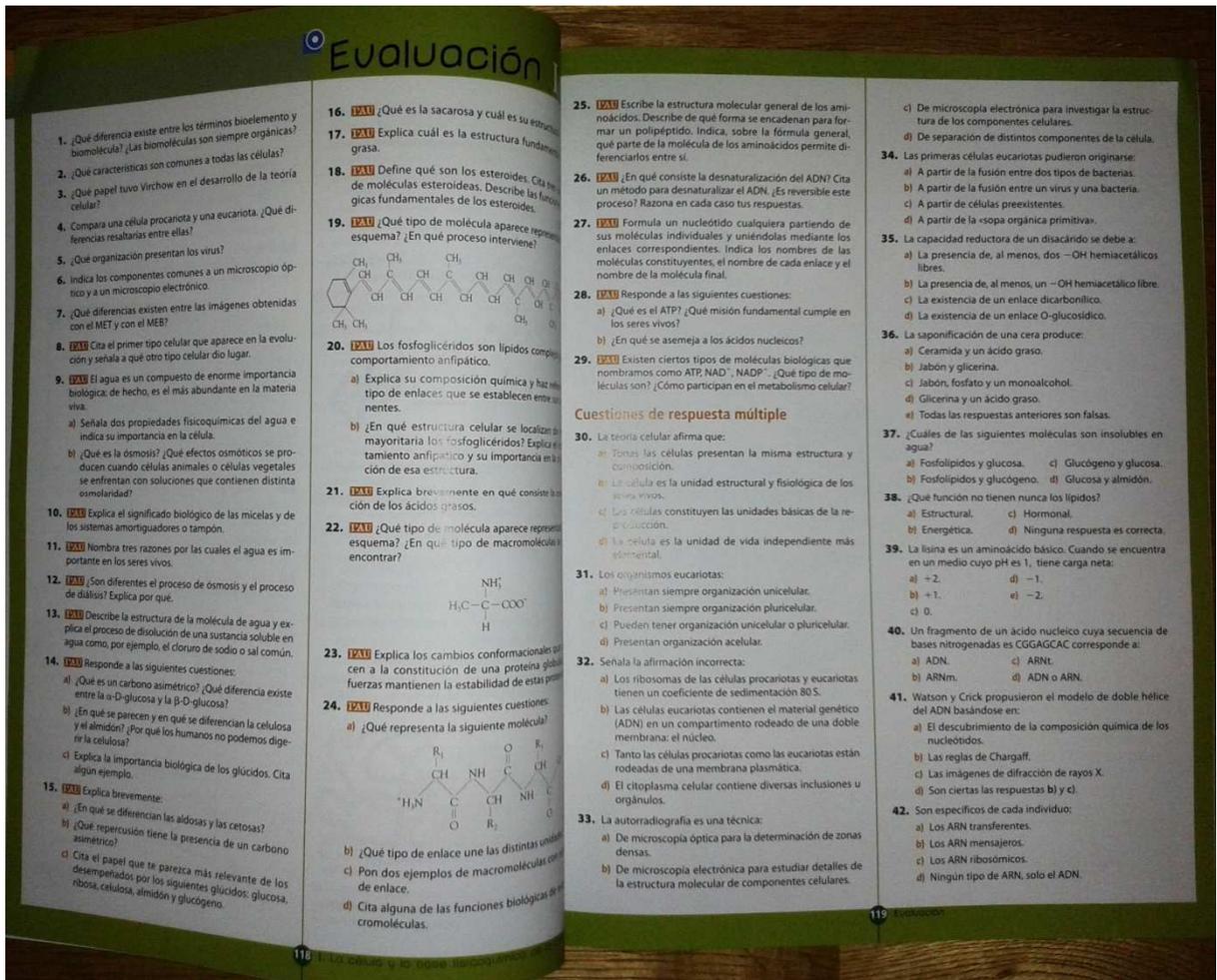
Sin embargo, los ejercicios se integran en el temario de manera significativamente diferente en este libro:

- Al igual que en el libro de 2004, al finalizar cada uno de los apartados en que se subdivide la unidad y antes de abordar nuevos contenidos, se plantean 2 o 3 ejercicios bastante cortos y sencillos cuya finalidad es repasar lo aprendido e intentar afianzar los conocimientos.
- Sin embargo, no presenta los ejercicios finales de repaso al final de cada tema como ocurría con el libro anterior. En su lugar, al acabar cada uno de los 6 bloques en que está dividido, aparece lo siguiente:
  - 2 páginas de ejercicios y actividades, que a diferencia del libro anterior, no están organizados por niveles de dificultad pero que sí persiguen ejercitar todo el abanico de funciones descritas con anterioridad.



En alguno de los casos, la actividad tiene un cartel al lado con la palabra PAU que indica que en dicha prueba figuran ejercicios de estructura y dificultad similares al planteado.

- 2 páginas de evaluación, con distintos tipos de actividades, planteadas para que el alumno las realice como preparación para un examen o para ser realizadas en clase como sesión de repaso.



El estilo de los libros actuales contrasta mucho con el de 1976 y, en esta evolución de las actividades, se percibe claramente otra evolución: la de la metodología del profesor que ha pasado de tradicional a participativa. Un profesor que, por iniciativa propia, pero también empujado por los cambios en las demandas sociales, ha modificado su forma de afrontar y plantear las clases. Un profesor que ya no quiere que los alumnos basen su estudio únicamente en un proceso memorístico y de repetición, sino que saben que lo que se lee y, además, se pone en práctica, se ejercita, se retiene con mucha mayor facilidad.

Y, en la comparación entre los dos libros actuales, creo que ambos tienen aspectos positivos que, de fusionarse, darían un libro aún más completo a mi modo de ver, desde el punto de vista de las actividades.

El de 2004 me parece mejor en la mayoría de los aspectos: sobre todo en el hecho de que se planteen bastantes actividades de cada una de las unidades a fin de que el alumno tenga material con el que repasar lo aprendido y ponerlo en práctica; pero también en los textos de ampliación y en el planteamiento de actividades de laboratorio sencillas que los alumnos pueden, incluso, intentar en clase.

Del libro de 2010 destacar positivamente que cada bloque independiente cuente con una batería de preguntas que sirven de repaso de los contenidos importantes de ese tramo del temario y, para los alumnos que se presenten a PAU, hacia final de curso las preguntas marcadas con este cartel pueden resultarles especialmente útiles para preparar la prueba.

### **3.4. Cambios en la metodología del tutor**

A partir de este punto, y como ya se ha indicado anteriormente, el análisis de algunos de los aspectos que han cambiado en la enseñanza de la Biología y la Geología en los últimos años se sustentarán en las respuestas que un grupo de personas de distinta edad, sexo, formación y ocupación han dado a una encuesta que yo he elaborado y que se incluye al final de este documento como Anexo I.

Las preguntas correspondientes a este apartado dentro de la encuesta son las siguientes:

- ¿Qué tipo de metodología predominaba al impartir estas asignaturas? Ej.: clase magistral, participativa, trabajo en grupo...
- ¿Qué aspectos de la enseñanza de estas materias mejorarías con respecto a como tú la recibiste y cómo?
- Por el contrario, ¿qué aspecto o aspectos de la enseñanza de estas materias recuerdas como positivos y crees que deben mantenerse?

- ¿Qué tipo de recursos utilizaban los profesores para impartir las clases? Ej.: libro, imágenes, esquemas, proyecciones...
- ¿Qué tipo de actividades o ejercicios predominaban en las clases? Ej.: no se hacían casi ejercicios, ejercicios de repaso de teoría y conceptos, ejercicios prácticos...

La respuesta a la última pregunta se comentará de manera superficial en este apartado, puesto que posteriormente se desarrollará uno completo dedicado a las actividades en el aula.

Lo más destacable y, a mi modo de entender, sorprendente es que a la primera pregunta, tanto la gente más mayor como la más joven, ha respondido que sus clases eran mayoritariamente de tipo magistral, en las que era el profesor el que explicaba los contenidos de cada uno de los temas y que había poco espacio para la participación, los trabajos en grupo y las actividades en general. Y en la segunda pregunta, casi todo el mundo ha indicado que lo que cambiaría sería la manera de llevar las clases, para hacerlas más interesantes, participativas y prácticas.

Me esperaba este tipo de respuesta en el caso de las personas de mayor edad puesto que, en la metodología tradicional, era la manera normal de desarrollarse las clases, con el profesor explicando o leyendo del libro y los alumnos atendiendo o cogiendo apuntes, sin espacio para la participación, las sugerencias del alumno y el intercambio de ideas u opiniones. Sin embargo, no me esperaba dicha respuesta en el caso de los encuestados más jóvenes por dos motivos: el primero, porque mi experiencia no fue así en absoluto y el segundo, porque, por la experiencia que he tenido durante las prácticas en el centro docente, he observado clases muy participativas, con alumnos que leen el libro, plantean preguntas sobre la explicación, realizan actividades de laboratorio y utilizan las TICs en el desarrollo normal de las clases.

En lo que sí se ha notado una diferencia generacional más importante ha sido en la 4ª pregunta, referente a los recursos y medios utilizados en el aula a la hora de impartir las clases.

Las personas más mayores, como era de esperar en una metodología tradicional, han contestado que se utilizaba el libro y la pizarra de manera prácticamente única. El profesor impartía la clase con el apoyo del libro, los alumnos la seguían también gracias al libro y, en caso de partes del temario más prácticas, se empleaba la pizarra para realizar algún ejercicio o aclaración.

Sin embargo, los encuestados más jóvenes empiezan a añadir elementos: el libro y la pizarra, pero también maquetas, proyecciones, esquemas en fotocopias, prácticas en laboratorio, vídeos, excursiones a parques naturales, pizarra digital, etc.

Y la mayor parte de ellos han destacado el uso de estos elementos en la pregunta 3ª, referente a qué no cambiarían de la manera en que se les impartieron estas asignaturas.

Esta tendencia, este salto generacional, se mantiene también en las respuestas a la 5ª pregunta referente al tipo de actividades realizadas en el aula. Los mayores encuestados sólo mencionan los ejercicios realizados en la pizarra cuando el tema tratado era eminentemente práctico mientras que los jóvenes añaden a esto más cosas: ejercicios de repaso de teoría, ejercicios prácticos, exposición de trabajos, actividades interactivas utilizando las TICs, laboratorios, etc.

Se ha producido, podríamos decir, una transición desde una metodología tradicional a una metodología moderna.

En la metodología tradicional:

- El profesor habla mientras los alumnos escuchan, siendo lo más importante la transmisión de conocimientos.
- El profesor está separado físicamente de los alumnos.
- El fin educativo era conocido únicamente por el educador.
- El proceso educativo se reduce a un proceso de repetición: el profesor repite lo que figuraba en el libro y el alumno, en el examen, lo que había dicho el profesor en clase.
- El contenido se plantea de manera aislada.
- Se utilizan muy pocos recursos diferentes.

En la metodología moderna:

- Los alumnos pueden participar preguntando dudas, expresando opiniones, planteando debates, etc.
- Se traslada el eje de la actividad educativa a los educandos.
- El alumno comprende el sentido y la finalidad de lo que hace.
- El proceso educativo se compone de sesiones de trabajo regidas por múltiples criterios según la naturaleza de la actividad.
- El contenido se presenta interrelacionado.
- El educador utiliza todos los recursos a su alcance para hacer llegar los contenidos al alumnado.

Los profesores ya no buscan lo más sencillo, abrir el libro y leer lo que allí aparece. Quieren impartir clases que realmente lleguen a sus alumnos, que les impliquen en su proceso de aprendizaje, que les dé una visión clara, realista y práctica de la naturaleza, que les motive a seguir aprendiendo y con la que disfruten.

Y para ello hacen un esfuerzo extra, se implican más y se plantean muchas preguntas antes de comenzar el curso:

- ¿En qué curso/s voy a impartir clase?
- ¿Cómo son las aulas?
- ¿Cómo quiero que sea el ambiente en mi clase?
- Temas a trabajar: cuáles pasar más superficialmente y cuáles son imprescindibles y prioritarios.
- Materiales y recursos: ¿libro de texto sí o no?
- Recursos digitales: ¿Internet?, ¿pizarra digital?, ¿cañón?...
- Otros recursos.
- Modo de trabajo: ¿cuál es mi papel en el aula?, ¿el papel de mis alumnos?, ¿metodología que utilizaré?, ¿haré agrupamientos?...
- ¿Cómo llevaré a cabo la evaluación?

### 3.5. Las TICs en el aula

El segundo avance o evolución más importante que ha sufrido la enseñanza de las ciencias en los últimos años, tras la incorporación de nuevos contenidos e informaciones procedentes de los descubrimientos que la investigación científica ha realizado, es el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación aplicadas a la enseñanza, dado que ha modificado sustancialmente la manera de plantear e impartir las clases y ha puesto al alcance de alumnos y profesores una gran cantidad de recursos.

Se denominan Tecnologías de la Información y las Comunicación al conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética.

Por un lado, destaca la Educación Virtual como forma de educación que utiliza las TICs y que favorece la educación de personas a las cuales les es muy difícil asistir a los centros educativos tradicionales por razones geográficas, por razones de trabajo, de disponibilidad horaria, de disponibilidad de recursos económicos, etc.

Este tipo de educación presenta numerosas ventajas dado que:

- Es adaptable al ritmo de aprendizaje de cada uno de los alumnos.
- Ahorra tiempo y dinero a alumnos y profesores al evitar sus desplazamientos.
- La enseñanza que recibe el alumno es personalizada.
- Se favorece que el alumno reflexione y medite los temas a estudiar y las respuestas que dará a las actividades propuestas.
- Se aprende de una manera significativa.
- Y se aumenta la oferta formativa ya que surgen especialidades que de otra manera no se ofertarían y el número de alumnos que pueden acceder a ellas también es mayor.

Aunque también existen ciertos inconvenientes o desventajas en su utilización:

- Su acceso es desigual dentro de la población, ya que sólo la población con acceso a las TICs puede formarse de esta manera.

- El contacto profesor-alumno y alumno-alumno (aunque haya tutorías, foros, prácticas...) no es el mismo que en un tipo de formación tradicional presencial.
- Requiere, por parte del estudiante, más disciplina, responsabilidad y organización.
- El proceso educativo se puede ver interrumpido en ocasiones por los fallos técnicos de las TICs.
- Hay determinadas cosas que no se pueden aprender a través de este sistema.

Por otro lado, destaca el uso de las TICs integradas en la enseñanza “presencial”, que también presentan una serie de ventajas importantes como son:

- Favorecen la comunicación entre alumnos.
- Favorecen el acceso rápido a un volumen enorme de información.
- La formación se lleva a cabo de manera más personalizada, pudiendo secuenciar el propio alumno el proceso.
- Se produce un proceso de retroalimentación o feedback constante.
- Se facilita que los alumnos pregunten dudas sin sentir tanta vergüenza como puede ocurrir en clase delante de todos sus compañeros.
- Se pueden realizar actividades educativas con ordenador lo que permite adquirir un alto grado de interdisciplinariedad.
- Facilita el trabajo en grupo.
- Permite que los alumnos desarrollen **habilidades** y aprendan a utilizar el ordenador, Internet, los buscadores y otras herramientas TIC que le permitirán adquirir competencias TIC que serán importantes y válidas en el futuro.

Algunas de las actividades relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje que se pueden llevar a cabo a través de las TICs, y que repercuten de manera positiva sobre este proceso, figuran en la tabla que aparece a continuación:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RECURSO DIGITAL</b>
Consultar bases de datos	Portales web especializados
Consultar enciclopedias, diccionarios o libros de referencia	Enciclopedias en CD-ROM y webs de consulta
Realizar búsquedas temáticas	Buscadores y webs especializadas en el tema
Envío de trabajos al profesor	Correo electrónico
Comunicar noticias a los alumnos	Tablón en un aula virtual
Iniciar debates o plantear preguntas	Foro en un aula virtual
Tutoría online	Correo electrónico
Resolver ejercicios educativos	Software educativo específico
Desarrollar proyectos de investigación	Webquest, cazas del tesoro, etc.
Elaboración de presentaciones	Power Point y equivalentes
Elaboración de diarios de aprendizaje	Blog
Difundir trabajos propios	Blogs o webs personales
Exponer trabajos públicamente	Pizarra digital, ordenador, proyector...
Redactar trabajos	Procesadores de texto

La implantación de las nuevas TICs en los centros educativos supone un elevado desembolso económico, siendo limitados los recursos económicos de que se dispone, y más en esta época de crisis económica. También existe cierto nivel de rechazo a utilizar la TICs por parte de los profesores acostumbrados a sistemas más tradicionales de enseñanza. Y, en algunos casos, los recursos se tienen y existe voluntad por parte del profesorado para utilizarlas, pero dicho profesorado carece de la formación necesaria para manejarlos de manera adecuada y sacar el máximo partido posible a las posibilidades que estas tecnologías nos ofrecen.

Por todo ello, para garantizar la utilización adecuada de las TICs en los centros de enseñanza, es preciso:

- Disponer de recursos financieros.
- Tener apoyo a nivel regional, estatal e internacional.
- Desarrollar nuevas metodologías.
- Capacitar, sensibilizar y especializar a los docentes en su utilización.

- Elaborar programas educativos a nivel nacional sobre el uso de éstas.
- Etc.

### **3.6. Cambios en las actividades de clase**

Los principales cambios en el apartado de actividades realizadas durante las clases serán comentados apoyándonos en la encuesta realizada y en los tres libros de texto que se mencionan en apartados anteriores.

En la encuesta, la pregunta correspondiente a este apartado es la siguiente: ¿Qué tipo de actividades o ejercicios predominaban en las clases? Ej.: no se hacían casi ejercicios, ejercicios de repaso de teoría y conceptos, ejercicios prácticos...

Las personas de mayor edad que han contestado a esta encuesta, que realizaron sus estudios relacionados con Biología y Geología más o menos en la misma época a la que pertenece el libro de Biología de 1976, han respondido que en el aula no se realizaba ninguna actividad. Las clases eran únicamente teóricas, ellos sólo atendían a lo que el profesor contaba y, si alguna vez el tema era de carácter práctico, el profesor realizaba la resolución en la pizarra sin dejar participar a los alumnos.

Esto queda patente también en el libro mencionado que, a lo largo de todas las lecciones, no cuenta con ningún ejercicio ni de repaso de teoría ni de carácter práctico; sólo escasos ejercicios ya resueltos con carácter ilustrativo.

Acercándonos bastante más al presente, las personas que realizaron sus estudios de asignaturas relacionadas con Biología y Geología en años cercanos a la publicación del 2º de los libros de texto utilizados para este trabajo (Biología de 2º de Bachillerato, Editorial ECIR, 2004) entre las que me incluyo, han dejado claro que en ese momento ya habían cambiado bastantes cosas.

Todos ellos han destacado que durante las lecciones y, acompañando y complementando el desarrollo de las clases, se llevaban a cabo actividades que consistían fundamentalmente en resolver pequeños ejercicios (mayoritariamente los que venían en el libro, pero también alguno propuesto y dictado por el profesor) cuya finalidad era mayoritariamente la de repasar la teoría, afianzar los contenidos teóricos impartidos bien en esa clase bien en las anteriores. En algunos casos el profesor mandaba realizar ejercicios de carácter práctico que corregían los alumnos y, en un porcentaje aún menor de casos, los encuestados han señalado realizar actividades de laboratorio relacionadas con los temas tratados durante las clases.

Este cambio queda patente en todos y cada uno de los temas del libro mencionado. Al finalizar cada uno de los subapartados en los que están divididos los temas, figuran una serie de cuestiones cortas de carácter teórico, con toda la intención de que el profesor se las plantee al alumnado a modo de repaso de la materia explicada hasta el momento. Y, al final de cada unidad, figura un compendio de ejercicios teóricos, prácticos y de investigación, para que el profesor pueda plantear su realización a los alumnos como complemento a la explicación, o al finalizar el tema como repaso

En la actualidad, todo esto se ha llevado mucho más allá. En las prácticas que he realizado en un centro educativo he podido observar que, a día de hoy, los profesores son mucho más conscientes que antes de los efectos beneficiosos que las actividades que se realizan en el aula tienen sobre el aprendizaje de los alumnos.

En mi caso concreto (llevé a cabo la fase de observación en grupos de Ciencias Naturales de 1º y 2º de E.S.O. de dos centros: I.E.S. Julián Marías e I.E.S. Condesa Eylo Alfonso, pero sobre todo en este último, que fue donde realicé la fase de intervención) pude observar que en el aula se llevaban a cabo muchos tipos distintos de actividades con los alumnos:

- Ejercicios teóricos de repaso (orales) al finalizar cada apartado del tema. Bien se trataba de ejercicios propuestos directamente en el libro o bien eran versiones mejoradas de los mismos o, directamente, ejercicios nuevos preparados por la profesora.

- Ejercicios prácticos planteados en clase y corregidos en la pizarra por los alumnos para aquellas partes del temario eminentemente prácticas. Al igual que en el caso anterior, podían ser extraídos del libro o elaborados por la profesora con fines concretos.
- Mapas conceptuales, planteados como tarea para hacer en casa y que eran corregidos en la pizarra. La profesora era la que los escribía en la pizarra para no perder mucho tiempo, pero los que decían qué poner eran los alumnos. Servían como repaso de algunas partes del temario, fundamentalmente de las que involucraban factores, ventajas y desventajas, etc., ya que la elaboración de estos mapas favorece la retención de este tipo de información.
- Actividades interactivas que se llevaban a cabo con el uso del proyector, la pantalla digital y la plataforma digital con las actividades que proporcionaba la propia editorial del libro de texto que se utilizaba.
- Visualización de vídeos ilustrativos que podían ser proporcionados por la propia plataforma digital de la editorial o buscados por la profesora de manera específica.
- Actividades de laboratorio sencillas y con materiales caseros, que sirviesen a los alumnos para formarse una imagen realista y práctica de lo que se estudia en el aula y ver cómo tienen lugar realmente algunos de los procesos estudiados a lo largo del temario.
- Trabajos de grupo y presentación de lo elaborado en clase, delante de sus compañeros.

De todo ello se puede concluir que incluir actividades en el aula en las que se haga participar a los alumnos hace que éstos no vean el proceso de enseñanza-aprendizaje como algo externo a ellos, sino que se sientan partícipes y protagonistas de este proceso, lo que les hace interesarse, motivarse e implicarse más. Los docentes son muy conscientes de este fenómeno e intentan explotar todo el abanico de posibilidades que estas actividades les ofrecen, más si cabe actualmente, con la importante mejora que suponen las TICs.

### 3.7. Cambios en la evaluación

“La evaluación es el proceso por el cual se determina el grado en el que se logran los objetivos propuestos” (Tyler, 1932).

Como en el caso del apartado anterior, referido a las actividades desarrolladas durante las clases, el análisis de este punto se va a desarrollar apoyado en los datos obtenidos a través de una encuesta.

En concreto, las preguntas que figuran en la encuesta referidas a este punto son las siguientes:

- ¿Qué tipo de evaluación llevaban a cabo los profesores? Ej.: sólo examen final, evaluación continua, valoración de deberes y participación en clase...
- ¿En alguno de los cursos el centro o los profesores te facilitaron cuestionarios para evaluar su actividad docente?

La respuesta que han dado las personas más mayores cuestionadas a la primera de las preguntas concuerda perfectamente con una metodología totalmente tradicional. El número de exámenes podía variar (habiendo parciales y finales), aunque era más común que la nota dependiese de un único examen final corregido por el profesor. También el tipo de preguntas, que se basaban de manera casi única en memorizar la información dada por el profesor durante las clases y repetirla de la manera más fiel posible en el examen, es típico de este tipo de metodología.

Sin embargo, a medida que la edad de los encuestados cae y la Enseñanza Obligatoria o el Bachillerato les pillan más cercanos, las cosas van cambiando en algunos aspectos.

En los últimos años, las clases se han vuelto mucho más participativas: se les pide a los alumnos que realicen actividades en clase, se les manda ejercicios para casa, se les manda trabajos en grupo para realizar fuera del horarios escolar y presentar al resto de la clase, se les realizan preguntas y distintos tipos de cuestiones durante el desarrollo de las clases, etc. y todo ello, junto con el comportamiento y la actitud en clase, contribuyen a dar forma a la nota final.

Esta nota final sigue siendo, sobre todo, consecuencia de la nota de un examen global, final o por evaluaciones, o la media de las notas obtenidas en los parciales. Sin

embargo, este examen o exámenes ya no constituyen la nota completa (el 100%) sino que un porcentaje más o menos generoso proviene de todas las actividades que se hayan propuesto a lo largo de la evaluación, los deberes, la participación en clase y el comportamiento.

El estilo de las preguntas que se plantean en el examen también ha cambiado. Antes estos exámenes sólo incluían preguntas o tareas reproductivas, que valoran lo que el alumno aprende del profesor o del libro y es capaz de reproducir en un papel. Actualmente, los exámenes han cambiado para incluir tareas productivas (en las que lo que se intenta comprobar es si el alumno es capaz de resolver de manera correcta una serie de problemas que tienen como base los planteados en clase pero que son, en muchos puntos, diferentes a ellos), tareas complejas (en las que al alumno se le plantea una situación en la que tiene que relacionar conceptos provenientes de distintos saberes y materias) y tareas contextualizadas (en las que, mediante un caso real, el alumno debe llegar a una conclusión o respuesta que requiere aunar distintas materias). Estos tres últimos tipos de preguntas, casi totalmente ausentes hace años y muy presentes a día de hoy, demandan que el alumno sea capaz de memorizar y reproducir, pero también de analizar, sintetizar, resolver, relacionar, opinar, etc.

El tipo de evaluación que con mayor frecuencia se sigue utilizando es aquella donde el docente es quien, diseña, planifica, implementa y aplica la evaluación y donde el estudiante es sólo quien responde a lo que se le solicita; esta es la denominada heteroevaluación. Pero existen otras formas de evaluación que se empiezan a poner en práctica:

- Autoevaluación: es aquella evaluación en la que el alumno valora su propia actuación y eso le permite conocer sus propias posibilidades, sus limitaciones y los cambios que necesita llevar a cabo para mejorar su aprendizaje.
- Coevaluación: es el proceso de valoración conjunta que realizan los alumnos sobre la actuación del grupo, atendiendo a criterios previamente establecidos por consenso.

Lo que sí que parece ser común a todas las épocas, y así lo reflejan las encuestas, es la ausencia de posibilidades reales para evaluar la actividad docente de los profesores.

Esto casa muy bien con la metodología típicamente autoritaria que se utilizaba años atrás (y que, a día de hoy, aún sigue siendo utilizada por algunos profesores y en algunos lugares) pero llama la atención en la actualidad que el avance que se ha producido en otros aspectos de la actividad docente no haya afectado a este elemento. Y, más aún, destaca que a la hora de diseñar una programación o una unidad didáctica se haga mucho énfasis en que la evaluación debe llevarse a cabo en los dos sentidos (evaluar el aprendizaje del alumno y la enseñanza del profesor) pero que en la práctica, esto no se aplique.

### **3.8. Excursiones/Visitas escolares**

Las excursiones o visitas escolares son una gran oportunidad de que estudiantes aprendan de manera práctica y apliquen a situaciones reales lo aprendido durante las clases en el centro educativo. Tienen la finalidad de causar un impacto mayor en el aprendizaje de los alumnos, dado que al realizar trabajo de campo la teoría se convierte en práctica y mejora tanto el aprendizaje como el desempeño en la materia a desarrollar.

Las oportunidades educativas que ofrecen las salidas de campo para ciertas materias, como es el caso de las ciencias naturales (y en especial Biología y Geología) son indiscutibles, puesto que el descubrimiento del paisaje, de sus relieves, de su flora y de su fauna supone adentrarnos en determinados temas abordados durante el transcurso de las clases.

Estas salidas de campo rompen la rutina habitual de las clases y trasladan el aprendizaje y el conocimiento al mundo real, por lo que son muy motivadoras para el alumnado. Mejoran el aprendizaje al facilitar la adquisición de habilidades y al relacionar los aprendizajes con su aplicación inmediata para explicar la realidad. Contribuyen a la educación ambiental del alumnado fomentando una conciencia de protección y de uso sostenible del medio natural. Permiten la formación científica del alumnado al posibilitar el desarrollo de técnicas y estrategias características de las tareas científicas, como son la observación, el análisis y el descubrimiento del medio natural.

Sin embargo, y aunque los beneficios que las excursiones y visitas escolares en el marco de la Biología y la Geología tienen para el proceso de enseñanza-aprendizaje hoy nos parecen obvios, las encuestas realizadas han demostrado que esto no siempre ha sido así.

Las personas de más edad que han respondido a la encuesta han dejado patente que en la época en que ellos cursaron estudios relacionados con Biología y Geología no se llevaban a cabo este tipo de actividades fuera del aula. La metodología empleada era tradicional: el profesor hablaba, los alumnos escuchaban y obedecía, en los exámenes se repetía lo que el profesor había contado y se daba muy poca importancia a la práctica, a ver el funcionamiento real de lo que en la clase se contaba.

Sin embargo, si seguimos mirando las encuestas y vamos bajando en edad, se ve cómo se empiezan a introducir salidas de éste tipo y que, cuanto más joven es la persona encuestada, más importante ha sido el papel de estas salidas en la formación que ha recibido y, también, éstas se han producido en mayor número.

Existen varios tipos de excursiones escolares que se dividen principalmente en 3 tipos: excursiones culturales (que consisten en visitar diversos lugares para aprender acerca de su cultura o costumbres), excursiones ecológicas o de educación ambiental (que consisten en llevar a los alumnos a lugares donde tengan contacto directo con la naturaleza y/o los animales) y excursiones recreativas y de trabajo en equipo (que tienen como objetivo que los alumnos convivan y trabajen en equipo realizando actividades que promuevan el desarrollo de sus sentidos y habilidades y formen un vínculo social). Y todos ellos necesitan, para que sean verdaderamente útiles (y no un simple entretenimiento para los alumnos y un día de descanso para el profesor como piensan algunas personas), que el profesorado lleve a cabo un cuidadoso proceso de planificación que incluye:

- Fase de preparación: en la que el docente lleva a cabo las siguientes acciones:
  - Preparación de los contenidos de la asignatura que intervienen en la excursión.
  - Determinar la longitud del itinerario y determinar los puntos de interés pedagógico para establecer las paradas.

- Determinación los contenidos a poner en práctica en cada parada y la actividad a realizar en cada una de ellas.
- Consultas e investigación: búsqueda de la información, materiales e instrumentos.
- Reconocimiento de la zona.
- Elaboración de guías para los alumnos.
- Fase de realización: en la que se llevan a cabo las actividades que se planificaron en la fase de preparación. En ella el profesor:
  - Realiza la explicación de los objetos, proceso y fenómenos naturales y sociales con los que interactúan los estudiantes en las distintas paradas.
  - Utiliza distintas metodologías para el aprendizaje.
  - Comprueba el uso que los estudiantes dan a los instrumentos y materiales repartidos para la práctica.
  - Realiza conclusiones parciales en cada punto del itinerario.
  - Tiene en cuenta las necesidades del grupo.
- Fase de evaluación: que tiene como objetivo valorar el cambio cognitivo y conductual que se ha producido en el alumno con respecto a antes de realizarse la actividad.

Y de esta manera, podremos conseguir que la excursión o visita tenga los efectos esperados en el alumno: repaso y afianzamiento de conocimientos, puesta en práctica de los mismos, aprender a hacer, aprendizaje en valores, etc.

### **3.9. El papel de las competencias**

Finalmente, y aunque en el ámbito de Bachillerato no se aplican, es importante mencionar como cambio en la enseñanza de la biología y la geología, y de cualquier

otra disciplina en general, el avance que ha supuesto la incorporación de las competencias.

Desde hace tiempo España venía abordado la temática de las competencias implícitamente en el desarrollo de los currículos, ya que la fundamentación teórica de la LOGSE (1990) estaba en línea con uno de los enfoques del planteamiento del currículo por competencias.

El impulso definitivo para la explicitación de las competencias básicas en el currículo lo llevó a cabo la Comisión Europea con la recomendación conjunta del Parlamento Europeo y del Consejo en 2006.

A partir del curso 2007/2008 comenzó la implantación de la LOE que, como novedad más significativa, introduce las competencias básicas como elemento del currículo.

Según figura en el Real Decreto de Enseñanzas Mínimas de la E.S.O. “Las competencias básicas permiten identificar aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos. Su logro deberá capacitar a los alumnos y alumnas para su realización personal, el ejercicio de la ciudadanía activa, la incorporación satisfactoria a la vida adulta y el desarrollo de un aprendizaje permanente a lo largo de la vida.”

Las competencias básicas en Educación son las 8 siguientes:

- Competencia en comunicación lingüística.
- Competencia matemática.
- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
- Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital.
- Competencia social y ciudadana.
- Competencia cultural y artística.
- Competencia para aprender a aprender.
- Competencia en autonomía e iniciativa personal.

De esta manera, cada área de conocimiento debe plantearse su contribución a las competencias básicas. Tanto aquellas competencias con que está directamente relacionada como con el resto y se debe concretar en cada centro cómo concretar las competencias de manera transversal y en cada área de conocimiento.

Las materias de Biología y Geología mantienen una vinculación esencial con la competencia básica nº 3: conocimiento e interacción con el mundo físico. Pero su contribución es decisiva para el desarrollo de las restantes.

Como ya he mencionado, no son aplicables en Bachillerato y, además, cada centro y departamento (a través de la Programación Didáctica de la asignatura correspondiente) concreta de qué manera, en qué temas y a través de qué actividades se van a trabajar.

Aún así, y a modo de ejemplo, voy a tomar como ejemplo **Biología y Geología de 3º de E.S.O.** e incluir un pequeño desglose que pone de manifiesto la aportación de dicha asignatura a la adquisición de las competencias básicas:

- Competencia en comunicación lingüística: uso del lenguaje como instrumento principal de comunicación en el marco del proceso educativo y gran importancia de todo lo relativo a la información en los contenidos del currículo.
- Competencia matemática: se trabaja a través de los aspectos cuantitativos de los fenómenos naturales y el uso de herramientas matemáticas.
- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: que es la de mayor peso en la materia. Se trabaja a través del dominio de conceptos, la interrelación entre los mismos, la observación del mundo físico y todos los procesos y fenómenos naturales que tienen lugar en él, el conocimiento de los efectos que la acción humana tiene en el medio, etc.
- Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital: que es fundamental dado que el alumno debe ser capaz de obtener información de fuentes fiables, seleccionarla en el formato que mejor le convenga, tratarla de manera adecuada a sus fines y presentarla de manera acorde a lo exigido.
- Competencia social y ciudadana: las ciencias naturales, en general, preparan al alumno para la toma de decisiones conscientes en su contexto social.
- Competencia cultural y artística: supone conocer, respetar y valorar distintas manifestaciones artísticas y culturales.

- Competencia para aprender a aprender: facilita al alumno las estrategias y habilidades necesarias que le faciliten el aprendizaje a lo largo de toda su vida.
- Competencia en autonomía e iniciativa personal: las ciencias naturales construyen y ejercitan el pensamiento crítico del alumno y le hacen capaz de pensar por sí mismo y desterrar prejuicios.

### **3.10. La formación del profesorado**

Para hablar de la formación del profesorado debemos partir de una pregunta: ¿qué tipo de profesores necesita la sociedad actual?

- Profesores comprometidos con el proceso educativo, que lo comprendan y centren sus objetivos educativos en conseguir una mejora en la calidad de su enseñanza.
- Profesores mediadores, que orienten a los alumnos en el proceso de aprendizaje, identificando sus rasgos característicos y sus singularidades para poder ofrecerles los recursos más adecuados.
- Profesores que estimulen e impulsen a los alumnos ante la experimentación y los posibles retos del aprendizaje.
- Profesores reflexivos, críticos, flexibles, comunicativos, etc.
- Profesores que creen una atmósfera de trabajo gratificante, participativa, diversa, de apoyo y valoración entre todos los participantes del proceso enseñanza-aprendizaje.
- Profesores que sepan programar y planificar una educación orientada al aprendizaje de competencias.

Y, es por esto, que la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje pasa de manera ineludible por el profesorado.

Cómo señala Grau (1995) se debe prestar especial atención a la siguiente serie de principios a lo largo del proceso formativo de los profesores:

1. La formación del profesorado se debe concebir como un continuo.

2. Integrar la formación del profesor con los procesos de cambio, innovación y desarrollo curricular.
3. Conectar los procesos de formación del profesorado con las demandas del profesorado.
4. Integración entre la formación del profesorado respecto de los contenidos propiamente académicos y disciplinares, y la formación pedagógica de los profesores.
5. Necesidad de integración entre la teoría y la práctica
6. Buscar el isomorfismo entre la formación recibida por el profesor y el tipo de educación que posteriormente se le pedirá que desarrolle.
7. Principio de individualización.

Aparte de la formación recibida y los estudios cursados con anterioridad a la labor como docente y que acreditan que la persona puede (tras el máster correspondiente) ejercer como profesor de una determinada asignatura, el docente debe seguir formándose de manera continua debido a los avances en los distintos campos, las nuevas labores y responsabilidades que ha de asumir y los cambios en la sociedad, a los que debe adaptarse.

El docente puede elegir entre:

- Formación autónoma, en la que los profesores deciden aprender por sí mismos los conocimientos o destrezas que creen necesarios para su desarrollo profesional. Esta modalidad suele ser elegida por profesores que no consideran apropiada para ellos la oferta formativa a su alcance.
- Formación a través de la investigación e innovación curricular, que incluye aquellas actividades en las que los profesores desarrollan o adaptan un currículo, o diseñan un programa o se implican en procesos de mejora de la enseñanza y es una de las modalidades de formación más utilizadas actualmente.
- Formación a través de cursos, que es el modelo por excelencia de formación de profesores.

Y es esta formación continuada del profesorado, a lo largo de toda su vida como docente la que marca una gran diferencia con épocas anteriores.

En ellas, el profesor durante su actividad docente se dedicaba a repetir año tras año los mismos contenidos, apoyándose únicamente en la formación que él mismo había

recibido en su época como estudiante universitario, incorporando pocas o ningunas de las novedades que en los distintos campos de la ciencia se descubrían y sin preocuparse por cultivar y poner en práctica sus habilidades mediadoras, conciliadoras, participativas, etc. con los alumnos.

#### **4. RESULTADOS EN EL AULA**

Como se puede observar a través del análisis de los aspectos anteriores, en la actualidad, muchos profesores intentan implantar en sus clases una metodología activa y participativa frente a la tradicional que se ha estado llevando a cabo hasta no hace muchos años.

Los objetivos de esta nueva metodología se basan en que el alumno:

- Asuma un papel más activo en la formación de su conocimiento y sea el responsable de su propio aprendizaje, desarrollando habilidades de búsqueda, selección, análisis y evaluación de la información.
- Reflexione sobre lo que hace durante su proceso de aprendizaje, cómo lo lleva a cabo y qué resultados logra para, después, proponer mejoras concretas.
- Participe en actividades que le permitan relacionarse con el resto de compañeros y compartir con ellos sus opiniones y experiencias.
- Tome contacto con su entorno para poder intervenir en él a través de actividades y proyectos.
- Desarrolle su autonomía, su pensamiento crítico y su capacidad para colaborar en un objetivo común

Hasta ahora todo parece indicar que este nuevo tipo de metodología conlleva bastantes ventajas ya que hace que los alumnos:

- Estén más motivados e involucrados en el desarrollo de las clases.
- Salgan de las clases con los contenidos más claros dado que, durante éstas, ellos eran los protagonistas y no el profesor.
- Aprendan de sus propias actividades y experiencias: manipulan los materiales educativos, construyen su propio aprendizaje, desarrollan sus propias capacidades mediante aprendizaje por descubrimiento, observan, experimentan, analizan, sintetizan, construyen, etc.
- Desarrollen más el compañerismo, las habilidades comunicativas, el respeto por opiniones u opciones diferentes a las propias, hay más unidad dentro de la clase, etc.
- Mejoren su autoestima y se sienta una mayor empatía por los compañeros.

Sin embargo, y las encuestas dan fe de ello, aún sigue existiendo cierto porcentaje de profesores que no ponen en práctica esta metodología (sino que se mantienen más o menos fieles a una metodología tradicional) y los cambios o mejoras que se han ido hallando con los años en este campo.

La metodología tradicional implica la transmisión verbal de un gran volumen de información. Los contenidos se presentan de forma segmentada e individualizada, desvinculados de la totalidad y se realizan pocas actividades de carácter práctico. No se tiene control sobre el desarrollo del proceso de aprendizaje, sino que únicamente se evalúan resultados (basados en la capacidad que el alumno tenga para reproducir lo explicado por el profesor).

Las personas que han recibido su formación en Biología y Geología utilizando esta metodología tradicional han dejado claro con sus respuestas en la encuesta que esta forma de dar clase lo único que consigue es que los alumnos pierdan el interés por la asignatura, se aburran, se distraigan y se encuentren totalmente desmotivados.

Por tanto, se debe utilizar una metodología que involucre al alumno, le haga sentir importante dentro del proceso de aprendizaje, le anime a participar y le motive a continuar con su formación. Y esta es la línea que sigue mayoritariamente el personal docente actual dado que no emplear una buena metodología en las clases puede tener consecuencias negativas para nuestros alumnos (lo que empieza siendo simple desmotivación y falta de interés puede acabar con ausentismo, fracaso y abandono escolar).

## **5. DATOS ACADÉMICOS: INFORME PISA 2009**

El Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, o Informe PISA por sus siglas en inglés, se basa en el análisis del rendimiento de estudiantes a partir de unos exámenes mundiales que se realizan cada tres años y que tienen como fin la valoración internacional de los alumnos. El informe lo realiza la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) a través de pruebas estandarizadas a estudiantes de 15 años.

PISA 2009 abarca las áreas de lectura, matemáticas y ciencias, atendiendo no sólo a si los alumnos pueden reproducir conocimientos de una determinada materia, sino también a si son capaces de hacer una extrapolación de lo que han aprendido y aplicar sus conocimientos a situaciones nuevas.

Los datos que figuran a continuación pertenecen al área de ciencias del informe español PISA 2009 que recoge una síntesis de algunos de los datos más destacados, desde la perspectiva española, del Informe Internacional PISA 2009.

Como cita el informe, y se puede observar en la figura que aparece a continuación: “Destacan los resultados obtenidos por China (575 puntos) que aventaja en 21 puntos al país siguiente, Finlandia (554 puntos).

No hay diferencias estadísticamente significativas entre Japón y Corea; tampoco entre Canadá (525), Países Bajos y Alemania, por un lado, y las comunidades autónomas españolas de Castilla y León, La Rioja, Navarra, Madrid y Galicia, por otro.

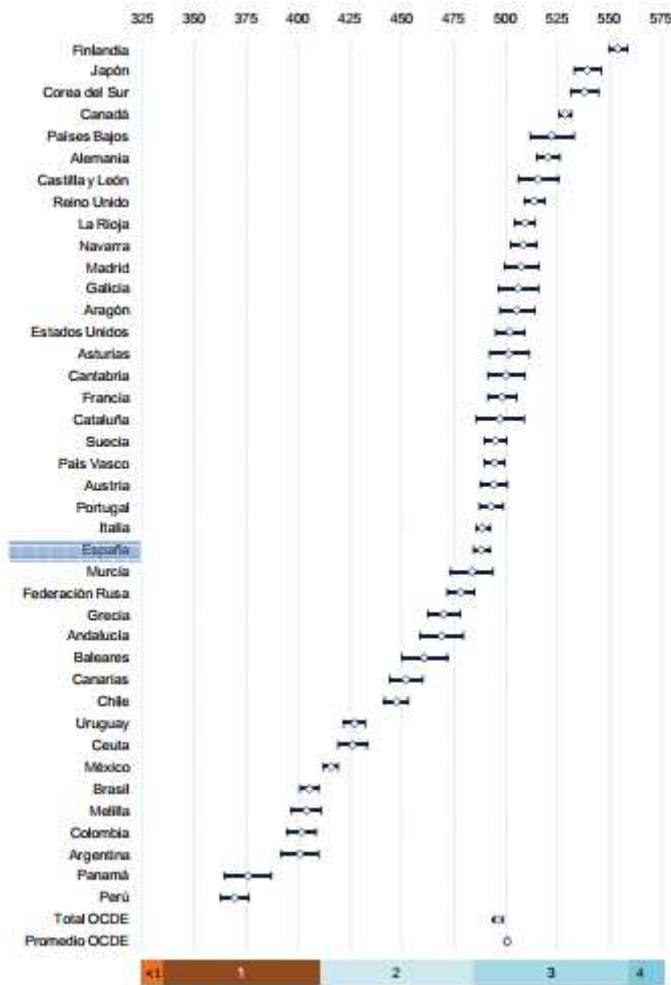
Otro conjunto de países y comunidades autónomas sin diferencias significativas lo forman Reino Unido, Estados Unidos, Aragón, Asturias, Cantabria y Cataluña.

Tampoco tienen diferencias estadísticamente significativas País Vasco, Murcia y España con Francia, Suecia, Austria y Portugal e Italia.

Finalmente, Andalucía y Baleares no presentan diferencias significativas con Grecia.”

Observando los resultados de España en este apartado en 2009 podemos ver que son los mismos que en 2006 (488 puntos) y muy similares a los de 2003 (487 puntos).

Figura 2.13. Resultados promedio en competencia científica



Y la figura siguiente representa la competencia científica por niveles de rendimiento.

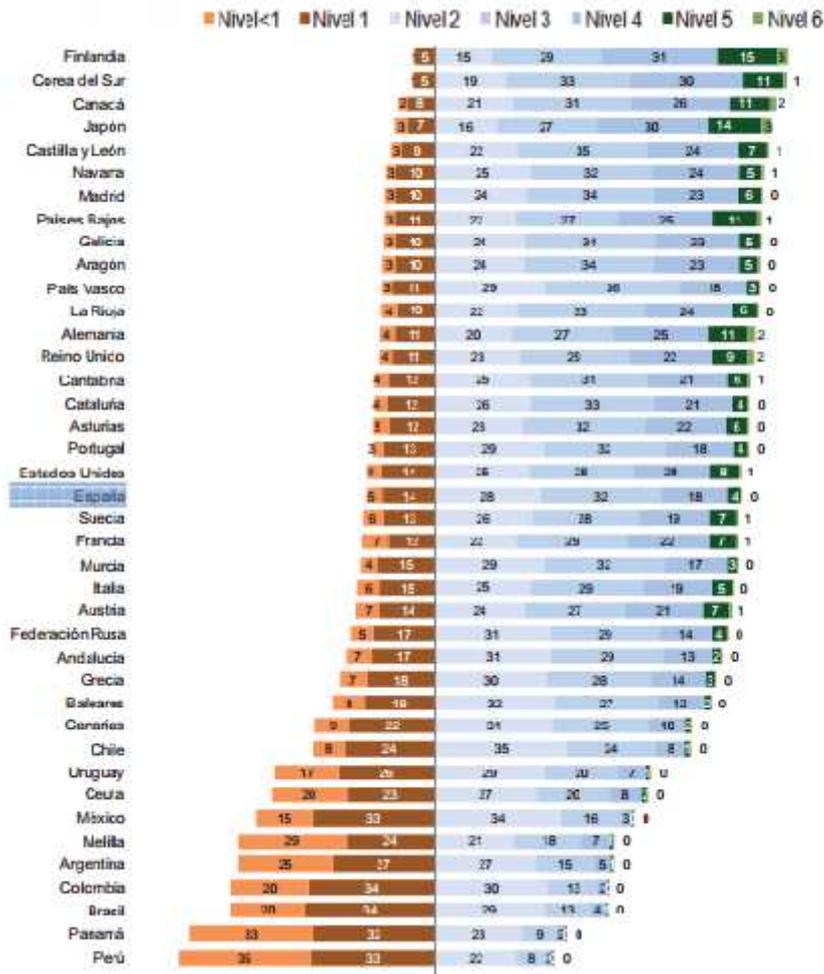
El porcentaje de alumnos en los niveles más bajos de rendimiento en competencia científica (nivel 1 o menor) en España (19%) es 1 punto superior al 18% que es el promedio OCDE.

Las comunidades autónomas de Castilla y León, Navarra, Madrid, Galicia, Aragón, País Vasco, La Rioja, Cantabria, Cataluña y Asturias tienen entre un 10% y un 16% de alumnos en esos niveles.

El porcentaje de alumnos en los niveles 5 y 6, que corresponden a los rendimientos más elevados, es en España del 4%, frente al 8% del Promedio OCDE. En el mismo porcentaje que el Promedio OCDE se sitúa Castilla y León; en el 7% Cantabria, en el 6% Navarra, Madrid, La Rioja y Asturias; en el 5% Galicia y Aragón. El resto de las

comunidades autónomas tiene un porcentaje del 4% o menos en estos niveles de rendimiento.

Figura 2.14. Niveles de rendimiento. Competencia científica



Si consideramos los resultados globales de las tres competencias, la media española ha oscilado de 2000 a 2009 entre 480 y 493 puntos mientras que los promedios OCDE oscilan en esas mismas fechas entre 493 y 501 puntos.

Estos datos no muy positivos para el conjunto de España, teniendo en cuenta el marco de este trabajo, podrían llevarnos a realizar una interpretación errónea de la evolución de nuestro sistema educativo pero, como señala el informe: “La mayoría de los países han realizado notables incrementos en la inversión en educación.”

La repetición de curso es el fenómeno que más negativamente afecta a los resultados de los alumnos españoles ya que la prueba se realiza por edad (15 años), sin tener en

cuenta el curso en que se encuentre el alumno. Al ser el porcentaje de repetidores tan elevado y sus puntuaciones tan bajas, el promedio español se ve afectado de modo considerable.

Todos estos resultados nos indican que, si bien la enseñanza en España (en el caso concreto de las ciencias, pero también la enseñanza en general) ha sufrido numerosas modificaciones positivas, existe aún un amplio margen de mejora en el que aplicar las nuevas herramientas, metodologías y recursos que se van desarrollando con el fin de mejorar los resultados de los alumnos.

Por otro lado, la información y los datos recogidos en estos años por los Informes PISA han servido a diversos autores para fundamentar sus propios estudios y cálculos. Ejemplo de ello son los Estudios de Rendimiento Académico mediante Análisis de Regresión llevados a cabo a partir de los datos del Informe PISA publicado en 2003 (Calero y Escardibul, 2007; Calero et al., 2007; Rendón y Navarro, 2007) y a partir del Informe PISA de 2006 (Escardibul, 2008; López et al., 2009) que han llegado a las siguientes conclusiones:

- Los factores socioeconómicos tienen un peso muy relevante en la explicación del rendimiento educativo de los estudiantes españoles, especialmente las variables asociadas con el nivel educativo de los padres.
- El efecto compañeros tiene una incidencia notable sobre los resultados académicos.
- Los alumnos de origen inmigrante, cuyos resultados en la prueba son claramente inferiores a los nacionales, se concentran mayoritariamente en los centros públicos, lo que repercute negativamente sobre los alumnos nativos.
- El evidente efecto negativo que implica la repetición de curso sobre el rendimiento educativo, exige una reflexión adicional sobre la conveniencia de las estrategias de repetición de curso.
- La titularidad del centro, una vez que se tienen en cuenta las variables socioeconómicas asociadas a las familias, no parece tener una influencia significativa sobre los resultados.

- La práctica totalidad de las variables representativas de los recursos escolares (en particular, el tamaño de la clase) tienen un impacto no significativo sobre el resultado de los alumnos.

## 6. PROPUESTA METODOLÓGICA

A continuación voy a presentar, de manera general, la metodología que me parece más adecuada a la hora de impartir las clases de estas dos disciplinas en los distintos cursos de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato y que he elaborado tras la lectura de varios textos como el artículo "La indagación en la Ciencia y en las Aulas" y los libros: "Didáctica de la Biología y la Geología" de Canal, del Carmen et al. (2011) y "Didáctica de las ciencias de la naturaleza: (didáctica de las ciencias experimentales: Biología, Geología, Física y Química): orientaciones para el profesor de ciencias en el desarrollo de su profesión" de Velasco y Blanco, de 2009.

1. Al inicio de cada tema, y de manera introductoria, proponer al alumnado una actividad reflexiva (sobre un ejemplo o caso cercano) que facilite conocer las ideas previas sobre ciertos conocimientos relacionados con la unidad didáctica. Con ello se pretende introducir al alumno en el tema y captar su atención.
2. Mostrar a los alumnos un esquema de los contenidos que se desarrollarán a lo largo del e informarles de los objetivos de la unidad didáctica y de los criterios e instrumentos de evaluación.
3. Introducir paulatinamente los contenidos del tema, acompañados en todos los casos de actividades, en su mayoría de carácter práctico, para aplicar y desarrollar dichos contenidos.

Utilizar actividades lo más reales y cercanas al alumnado para facilitar la comprensión de los contenidos y actividades cuya finalidad sea fomentar el pensamiento crítico del alumnado.

Se propondrán actividades para trabajar individualmente, por parejas y en grupos debido a que:

- Al trabajar de manera autónoma se fomenta la habilidad para descubrir y resolver problemas, la motivación, retención y uso de lo aprendido y se consigue que el alumno se haga más responsable y autónomo.
- El proceso de construcción activa del conocimiento funciona mejor si tiene lugar en compañía, ya sea de profesores o pares, por lo que participar en debates y poner en común las ideas ayuda al aprendiz a completar sus conocimientos y a profundizar en ellos.

4. El papel del profesor será el de introducir los contenidos de la unidad y motivar de manera continuada a sus alumnos con el planteamiento y realización de actividades en el aula y en el laboratorio, abriendo debates, preparando el visionado y análisis de vídeos relativos al tema tratado y organizando excursiones o actividades fuera del centro docente donde se pongan en contacto con la aplicación más real e inmediata de lo que han estudiado. También debe atraer su atención mostrando curiosidades, incitar a la reflexión, resolver dudas y ser un guía en la resolución de actividades y problemas.
5. La evaluación se llevaría a cabo de manera continuada, mediante la observación del comportamiento en clase, la realización de las actividades y ejercicios propuestos para clase y para casa (deberes) y realizando una prueba teórica cada unidad didáctica en el caso de clases de 1º y 2º de E.S.O.  
En el caso de alumnos de últimos cursos de E.S.O. o Bachillerato la prueba teórica se realizaría cada 2 temas, acompañada además de un examen global a final de curso.

## 7. CONCLUSIONES

En los últimos años el currículo ha cambiado de forma notable y los distintos partidos políticos y las instituciones han querido dejar un legado educativo que se adapte a la nueva sociedad, de manera que este cambio ha llevado aparejada una pequeña revolución dentro de todos los ámbitos educativos.

Los profesores han tenido que adaptarse (y, a día de hoy, muchos aún se encuentran en ese proceso) a un nuevo tipo de filosofía procedimental y han visto variar considerablemente su currículo. Han adaptado su metodología a la hora de impartir las clases desplazando el foco de atención de ellos y centrándolo en el alumno, se han esforzado en buscar nuevos tipos de recursos que hagan las clases más atractivas a los alumnos y que les faciliten la asimilación de conceptos, han planificado excursiones que proporcionen a sus alumnos una visión más práctica y próxima a la realidad de lo que estudiar en el centro y han dinamizado las sesiones de clase mediante trabajos en grupo, la participación activa de los alumnos y uso de las TICs y otros recursos digitales próximos al alumno.

Todo ello con la intención de involucrar activamente al alumno en su propio proceso de aprendizaje, haciéndole sentir importante dentro de dicho proceso, animándole a participar y motivándole a continuar con su formación; que es, en mi opinión, lo que cualquier profesor debería desear para sus alumnos y lo que el sistema educativo en general, debería ofrecer a cada uno de ellos.

Sin embargo, tal y cómo se puede observar a partir de los datos de los sucesivos Informes PISA, el rendimiento escolar de los alumnos españoles no está mejorando sustancialmente, a pesar de los cambios en la metodología, sino que sufre una especie de estancamiento.

Como hemos mencionado en apartados anteriores, los condicionantes más relevantes en el rendimiento educativo de los estudiantes españoles son los factores socioeconómicos (sobre todo asociados al nivel educativo de sus padres) y el efecto compañeros, mientras que aspectos como el uso de los recursos o, incluso, la metodología tienen un impacto mucho menor sobre dicho rendimiento.

Esto me lleva a concluir que la metodología ha cambiado de manera clara los últimos años (si bien no tanto como sería deseable en algunos aspectos) pero sigue siendo un factor con poco peso dentro de los condicionantes del rendimiento educativo de los estudiantes españoles y, mientras no se mejoren estos otros aspectos fundamentales, la mejora de la metodología para hacerla más participativa y amena podrá poner su granito de arena en el proceso de mejora de los resultados, pero su impacto seguirá sin ser significativo.

## 6. ANEXO I

### ENCUESTA SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y LA GEOLOGÍA

**NOMBRE:**

**EDAD:**

¿Durante cuántos años estudiaste asignaturas relacionadas con la Biología y Geología en la Educación Secundaria?

¿Qué tipo de metodología predominaba al impartir estas asignaturas? Ej: clase magistral, participativa, trabajo en grupo...

¿Qué aspectos de la enseñanza de estas materias mejorarías con respecto a como tú la recibiste y cómo?

Por el contrario, ¿qué aspecto o aspectos de la enseñanza de estas materias recuerdas como positivos y crees que deben mantenerse?

¿Qué tipo de recursos utilizaban los profesores para impartir las clases? Ej: libro, imágenes, esquemas, proyecciones...

¿Se realizaban salidas de campo, excursiones o actividades para tener una imagen más realista de lo impartido en clase?

¿Qué tipo de actividades o ejercicios predominaban en las clases? Ej: no se hacían casi ejercicios, ejercicios de repaso de teoría y conceptos, ejercicios prácticos...

¿Qué tipo de evaluación llevaban a cabo los profesores? Ej: sólo examen final, evaluación continua, valoración de deberes y participación en clase...

¿En alguno de los cursos el centro o los profesores te facilitaron cuestionarios para evaluar su actividad docente?

¿Crees que la manera en que estas asignaturas te fueron impartidas ha condicionado tus posteriores estudios y carrera profesional?

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- GAGNÉ, R. (1970). Las condiciones del aprendizaje. Ed. Aguilar. Madrid.
- PIAGET, J. (1947). La psicología de la inteligencia. Ed. Crítica. Madrid.
- <http://www.educar.org/articulos/Vygotsky.asp>
- DÍAZ BARRIGA, F. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Ed. Mc Graw Hill.
- BOTELLA, L. y FEIXAS, G. (1998). Teoría de los constructos personales: Aplicaciones a la práctica psicológica. Ed. Laertes. Barcelona.
- LACUEVA, A. (200). Cambio conceptual en la escuela. Revista Española de Pedagogía. (Págs. 97-114). Madrid.
- COLL, C., MARTÍN, E., MAURI, T., MIRAS, M., ONRUBIA, J., SOLÉ, I. y ZABALA, A. (2007). El constructivismo en el aula. Ed. Graó. Barcelona.
- JIMÉNEZ, B., GONZÁLEZ, A.P. y FERRERES, V. (1989). Modelos didácticos para la innovación educativa. Ed. PPU. Barcelona.
- DUALDE, V. (1976). Biología. Curso de Orientación Universitaria. Ed. ECIR. Valencia.
- GARCÍA, M., FURIÓ, J., GARCÍA, M<sup>a</sup> A., SENDRA, R. y VARELA, X. (2004). Biología. 2º Bachillerato. Ed. ECIR. Valencia.
- SANZ, M., SERRANO, S. y TORRALBA, B. (2010). Biología. 2º Bachillerato. Ed. Oxford Educación. Madrid.
- REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.  
Fecha de publicación en el BOE: 6 de Noviembre de 2007.
- <http://www.aprendemas.com/Reportajes>
- Artículo: "La indagación en la Ciencia y en las Aulas"  
<http://www.eduteka.org/Inquiry1.php>
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo.  
Fecha de publicación en el BOE: 4 de Octubre de 1990.
- Ley Orgánica 10/2002, de 23 de diciembre, de Calidad de la Educación.  
Fecha de publicación en el BOE: 24 de Diciembre de 2002.

- Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (2006/962/CE).
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.  
Fecha de publicación en el BOE: 4 de Mayo de 2006.
- CAÑAL, P., DEL CARMEN, L. et al. 2011. Didáctica de la biología y la geología. Ed. Graó. Barcelona.
- VELASCO, J.M. y BLANCO, F. 2009. Didáctica de las ciencias de la naturaleza: (didáctica de las ciencias experimentales: Biología, Geología, Física y Química): orientaciones para el profesor de ciencias en el desarrollo de su profesión. Salamanca.
- PISA 2009. Informe para la Evaluación Internacional de los Alumnos. OCDE. Informe Español.
- CORDERO, J. M. 2013. Rendimiento educativo y determinantes según PISA: Una revisión de la literatura en España. Revista de Educación, 362.