

# LA ENSEÑANZA DE LOS MICROORGANISMOS EN BACHILLERATO MEDIANTE TRABAJOS PRÁCTICOS:

desde el análisis de libros hasta la propuesta didáctica



Trabajo fin de máster en Profesorado de Educación Obligatoria y Bachillerato,  
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas presentado por

**Víctor Manuel Martínez López**

Universidad de Granada

Septiembre 2015



## UNIVERSIDAD DE GRANADA

MÁSTER UNIVERSITARIO DE PROFESORADO DE EDUCACIÓN  
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN  
PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS  
2014/2015

(ESPECIALIDAD DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA)

### TRABAJO FIN DE MÁSTER

## LA ENSEÑANZA DE LOS MICROORGANISMOS EN BACHILLERATO MEDIANTE TRABAJOS PRÁCTICOS:

**desde el análisis de libros hasta la propuesta didáctica**

Autor	Directores	
Fdo: Víctor M. Martínez López	Fdo: Fco. Javier Carillo Rosúa	Fdo: Fadwa Jroundi

## Agradecimientos

Al finalizar este Trabajo Fin de Máster me invadió una sensación de orgullo y mérito por haber conseguido plasmar en él las ideas, que desde la elección del tema, han ido surgiendo de mi cabeza. Pero sería de hipócritas pensar que soy el único que se merece el reconocimiento por este trabajo. Es por ello, que quiero aprovechar estas líneas para agradecer, a diversas personas, su colaboración y participación en el desarrollo de dicho trabajo.

En primera instancia me gustaría agradecer a mis directores, D. Francisco Javier Carrillo Rosúa, y Dña. Fadwa Jroundi, la gran predisposición que han mostrado en todo momento para guiarme durante el proceso de desarrollo y aportarme diversos puntos de vista, que a posteriori, han servido para mejorar el planteamiento original. Sin su implicación e indicaciones no habría podido orientar correctamente el tema de dicho trabajo ni tampoco dispondría de una adecuada estructuración.

También me gustaría destacar la colaboración del Departamento de Microbiología de la Universidad de Granada, el cual me facilitó todo el material necesario para la realización de mi propuesta didáctica.

No puedo obviar a mis amigos Rafael Alegre Zafra y Elena Alegre Zafra que me ayudaron con la traducción al inglés del Resumen de este Trabajo Fin de Máster. Sin su dedicación al estudio de la lengua natal de Shakespeare seguramente este apartado no estaría correctamente expresado.

Por último, me gustaría agradecer el apoyo de mi familia, padres, hermana y novia. Sin su apoyo diario hubiese sido imposible finalizar este Trabajo Fin de Máster, y con él, el Máster Universitario de Profesorado de Educación Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de idiomas. Al igual que anteriormente ocurrió con el Graduado de Biología.

## RESUMEN

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) corresponde a una propuesta didáctica fundamentada en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, en los trabajos prácticos y en la competencia científica. Además se realiza un análisis de contenidos de Microbiología en libros de texto de Bachillerato, la etapa educativa en que se contextualiza el TFM y que ofrece, dada la relevancia del libro de texto en el sistema educativo español, un “estado de la cuestión” sobre la enseñanza de estos contenidos.

En este trabajo se expone la necesidad de introducir en la Educación Secundaria nuevas metodologías, uno de cuyos ejes principales puede ser la indagación. La que aquí se aborda es la revisión de una metodología más enfocada a las ciencias y los trabajos prácticos investigativos con la intención de cubrir adecuadamente la competencia científica.

Además, se revisará la legislación existente para Bachillerato, concretamente para las asignaturas de Biología y Geología, y Biología, que establece el marco curricular tanto para el análisis de libros como para la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo.

En el análisis de libros de texto se estudian las actividades que se encuentran en publicaciones de 5 de las editoriales más utilizadas por los centros de nuestro país. Así se ha comprobado la escasez de trabajos prácticos en dichas editoriales y el predominio de actividades de tipo de recopilación de información del propio libro de texto.

En la propuesta didáctica se diseñan tres trabajos prácticos de tipo investigativo utilizando una metodología basada en la indagación. Estas actividades prácticas estarán centradas en tópicos de microbiología de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato y de Biología de 2º de Bachillerato.

**Palabras clave:** Didáctica de las ciencias, enseñanza de los microorganismos, Bachillerato, enseñanza de las ciencias basada en la indagación, competencia científica, trabajos prácticos, análisis de libros.

## ABSTRACT

This Master Project (TFM) corresponds to a didactic proposal based on inquiry based science education, hands-on activities and scientific competence. In addition, analyses of Microbiology contents in the High-school text books and the educational stage, on which this TFM is contextualized, are performed. As the text book is the main resource in the Spanish educational system, here the 'state of the question' about the way these contents are taught will be provide.

This work shows the necessity of introducing new methodologies in the Secondary Education, being inquiry one of the most interesting. The study presented here addresses the review of a new methodology more focused to science and inquiry hands-on, intended to adequately cover the scientific competence.

Moreover, the current law for High School is revised paying attention to Biology and Geology. This law established a curricular context for both the text books analysis and the didactical proposal developed in this project.

In the part of the textbooks analysis, we have studied a range of activities from 5 of the main textbooks publishers in Spain. Thus, we found a lack of practical activities in these editorials and the predominance of activities of gathering information from the own textbook.

In the didactic proposal, three hands-on activities are designed using a methodology based on inquiry. These practical activities will focus on Microbiology topics in the subject of Biology and Geology of 11<sup>th</sup> Grade and Biology of 12<sup>th</sup> Grade.

**Keywords:** Science education, teaching about microorganism, High School, inquiry based science education, scientific competence, hands-on activities, text book analysis.

# INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BASADA EN LA INDAGACIÓN (IBSE) .....	3
2.1.1. Actividades clave del proceso de indagación (IBSE).....	4
2.1.2. Los trabajos prácticos e IBSE.....	7
2.1.3. El profesorado e IBSE .....	8
2.2. ENSEÑANZA BASADA EN COMPETENCIAS .....	9
2.2.1. Competencia Científica .....	10
2.3. TRABAJOS PRÁCTICOS .....	13
2.3.1. Aspectos históricos .....	14
2.3.2. Estado actual.....	14
2.3.3. Visión atomística u holística.....	15
2.3.4. Relación entre los elementos conceptuales y metodológicos .....	16
2.3.5. Algunos aspectos a considerar del diseño de los trabajos prácticos .....	18
2.3.6. Trabajos prácticos como modelos de receta o de investigación .....	20
<b>3. MARCO CURRICULAR.....</b>	<b>22</b>
3.1. ORIENTACIONES METODOLÓGICAS .....	31
3.1.1. LOE .....	31
3.1.2. LOMCE.....	32

<b>4. PROPUESTA DIDÁCTICA: EJEMPLOS PARA 1º Y 2º DE BACHILLERATO .....</b>	<b>34</b>
Trabajo Práctico 1 - Los Microorganismos, ¿son nuestros compañeros de vida? (1º Bachillerato).....	34
Trabajo Práctico 2 - Levaduras, ¿Por qué son tan relevantes en nuestra vida? (2º Bachillerato) .....	43
Trabajo Práctico 3 - Actividad antimicrobiana de los alimentos cotidianos (2º Bachillerato) .....	51
<b>5. ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO .....</b>	<b>59</b>
5.1. METODOLOGÍA.....	60
5.2. INSTRUMENTOS.....	61
5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	63
<b>6. REFLEXIONES FINALES Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>74</b>

## 1. Introducción y Objetivos

Como podemos vislumbrar en la literatura educativa cada vez están más en auge las metodologías donde el alumnado juega un papel activo, en detrimento de aquella otra que reserva al estudiante un papel de mero espectador, dentro de un modelo de aprendizaje-enseñanza de transmisión/recepción. Éstas las debemos englobar dentro del modelo pedagógico constructivista (o socioconstructivista), puesto que se busca erradicar la enseñanza donde los alumnos<sup>1</sup> son meros receptores pasivos de la información limitándose en muchos casos solo a su memorización, ya que se entiende que así se aprende peor. Para ello, entre otros, debe de suscitar en el alumnado un interés conectado con sus propias necesidades o curiosidades permitiéndole esto superar sus dificultades de aprendizaje de una manera consciente. Por tanto, esta pedagogía busca provocar una reacción activa en el alumnado siendo el docente no solo guía de dicho proceso sino “activador” de los aprendizajes. Otra función primordial del docente dentro de estas metodologías es la de planificar situaciones de aprendizaje que estimulen a sus receptores.

En este trabajo, haciendo una apuesta por las metodologías activas, se realizará una propuesta didáctica fundamentada que va a tomar forma en el capítulo 5. Como fundamentación de la misma, en el capítulo 2 se abordarán tres aspectos que se consideran fundamentales para la mencionada propuesta: la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (*Inquiry Based Science Education, IBSE*), la competencia científica, y los trabajos prácticos. En el apartado 3 se acometerá el análisis de los elementos curriculares de las asignaturas de Biología y Geología, y Biología, correspondientes al ciclo educativo de Bachillerato, en relación a la enseñanza de los microorganismos. Este análisis se centrará en este nivel educativo, en estas asignaturas y abanico de contenidos debido a que la propuesta didáctica estará centrada en ellos. Por último, el apartado 4 se ha dedicado a la realización de un análisis de actividades de libros de texto de las asignaturas anteriormente mencionadas. Se consideró de suma importancia la realización de este cuarto apartado debido a que a pesar de las numerosas innovaciones educativas que surgen, los libros de texto siguen siendo la guía fundamental de la instrucción en Secundaria y la fuente documental fundamental tanto

---

<sup>1</sup> En este Trabajo Fin de Máster se ha utilizado comúnmente un lenguaje neutro no sexista. Pero como en algunos casos por razones lingüísticas no era apropiada su utilización, se ha recurrido al uso del masculino como genérico. Esta decisión se fundamenta en que dicho uso es el apropiado en lengua castellana y no debe considerarse discriminatorio, siendo el uso sexista del lenguaje otras consideraciones (Bosques, 2012).

de los docentes como del alumnado (e.g. Perales y Vílchez, 2012; Devetak y Vogrinc, 2013).

Por tanto los objetivos de este Trabajo Fin de Máster son:

- ❖ Realizar una propuesta didáctica fundamentada en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, la competencia científica y los trabajos prácticos, y centrada en la enseñanza de la microbiología en Bachillerato.
- ❖ Realizar una revisión teórica en relación con la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, los trabajos prácticos y la competencia científica.
- ❖ Buscar los elementos curriculares presentes en la legislación vigente relacionables con la propuesta didáctica diseñada.
- ❖ Crear, a partir de otras preexistentes, una herramienta para la clasificación de las actividades existentes en los libros de texto.
- ❖ Analizar las actividades contenidas en los libros de texto de las asignaturas de Biología y Geología, y Biología, correspondientes al nivel educativo de Bachillerato, de las principales editoriales españolas.

## **2. Marco Teórico**

En el ámbito escolar cotidiano, cuando nos topamos con el fracaso escolar, los docentes lo suelen achacar a la falta de estudio por parte de los alumnos, pero casi nunca nos planteamos que el problema puede residir en el docente, o lo que es lo mismo, en la metodología usada en la impartición de las clases. Por esto se busca que el docente deje de adoptar una actitud pasiva ante el currículo y pase a una actitud activa (Gamboa, 2003).

En este apartado se va a desarrollar la fundamentación de nuestra propuesta didáctica, la cual intenta sacar esta actitud activa del docente. Este apartado está constituido por tres sub-apartados: Enseñanza de las ciencias basadas en la indagación (IBSE), Competencias Básicas (la competencia científica dispondrá de un sub-apartado propio dentro de este punto) y Trabajos prácticos (donde se abordarán diversos matices, como por ejemplo: aspectos a considerar durante su diseño y los modelos existentes dentro de los trabajos prácticos).

### **2.1. Enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE)**

Las Ciencias Naturales, al igual que las demás materias, lleva mucho tiempo queriendo buscar alternativas a la enseñanza basada en la transmisión-recepción, pero esto no está siendo tan fácil como en un principio pudiera parecer. Distintas han sido las metodologías planteadas y aplicadas sin llegar a lograr el resultado deseado; algo que quizás parece haber cambiado con la irrupción de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (Nudelman, 2015), o IBSE, por sus siglas en inglés (Inquiry-based Science Education). Esta nueva metodología la podemos fundamentar en dos ideas principales. La primera, estaría centrada en lograr extrapolar la práctica científica real al aula, de forma que la actividad de los alumnos al aprender ciencia se asemeje lo máximo posible a la de los científicos. La segunda, estaría más relacionada con la consecución de la motivación e implicación de los alumnos. Para conseguir abordarlas adecuadamente se involucra a los alumnos en una indagación de carácter científico (Couso, 2014). Dicho de otra forma, esta metodología es la consagración de una alfabetización científica de los alumnos y por consiguiente de la sociedad, con el que no solo se logra que estos “aprendan ciencia” sino que también “hagan ciencia” y conozcan su funcionamiento desde el desarrollo de un pensamiento lógico (López-Gay et al., 2015; Padilla et al., 2012).

Por tanto, la enseñanza de las ciencias basada en la indagación consiste en dar un papel primordial a la indagación como práctica científica. Es decir, la enseñanza debe pivotar en que el alumnado tenga que afrontar una serie de preguntas no obvias, que resulten verdaderos problemas y no “reproductivas” (López-Gay et al., 2015).

Según López-Gay et al. (2015) algunas de las habilidades que desarrollarían los alumnos con la implantación de esta educación científica en los centros son:

- Enfrentamiento con cuestiones científicas, resultado de las vivencias cotidianas (mundo natural o tecnológico) que suscitan problemas o interrogantes y cuyas respuestas se pueden hallar mediante el uso de pruebas.
- Formulación de explicaciones a dichas preguntas a partir de sus conocimientos previos
- Diseñar y llevar a cabo la experimentación (también podría ser búsqueda de información o ambas) que creen oportuna para confirmar o rechazar sus explicaciones.
- Analizar e interpretar la información y datos obtenidos/recopilados. Partirán de sus ideas previas e irán introduciendo cambios en ellas para que se asemeje lo más posible a la explicación científica.

Además del desarrollo de todas estas aptitudes más relacionadas con el pensamiento científico, también desarrollarían otras habilidades de suma importancia para desenvolverse adecuadamente en la sociedad actual. Algunas de estas son: creatividad, imaginación, pensamiento crítico, argumentación oral y escrita, cooperación con sus iguales y con el docente, desempeños de roles... (Nudelman, 2015).

No obstante, esta metodología también recibe críticas. Por ejemplo, a pesar del gran entusiasmo suscitado en diversos informes políticos y documentos curriculares, no hay aun suficientes evidencias empíricas de su éxito. Es decir, no se ha confirmado con el suficiente rigor empírico que esta metodología sea mejor que otras para la enseñanza y aprendizaje de contenidos científicos. Otra crítica, más relacionada con nuestro país, es que estas “modas educativas” se suelen quedar en el marco teórico y no trascender al terreno práctico. Esto se debe a que son muy pocos los docentes que se decantan por adoptar estas metodologías como suyas propias (Couso, 2014).

### ***2.1.1. Actividades clave del proceso de indagación (IBSE)***

Un proceso completo de indagación debe estar sustentado por seis actividades clave: Cooperar, discutir, debatir, intercambiar, reflexionar y registrar (Worth, Duque y Saltiel, 2009, citado por Martínez-Chico, 2013, Fig.1). A continuación, se va a intentar clarificar y concretar dichas actividades clave, de toda metodología centrada en la indagación. Las definiremos según (Martínez-Chico, 2012, citado por Martínez-Chico, 2013):



**Figura 1.** Actividades clave en el proceso de indagación. Esta figura corresponde a una simplificación de la figura 1.1. de Martínez-Chico, 2013 (Worth, Duque y Saltiel, 2009, citado por Matínez-Chico, 2013)<sup>2</sup>

- Enfrentarse con problemas o cuestiones de carácter científico, es decir, cuestiones relacionadas con fenómenos del mundo natural o tecnológico cuya respuesta puede ser confirmada o rechazada mediante pruebas. Las preguntas planteadas pueden ser abiertas o cerradas, y pueden ser formuladas por los alumnos o el propio docente. Lo fundamental es que tengan sentido para los estudiantes; es decir, deben de tener relación con su experiencia y conocimiento personal y que sean apropiadas para su nivel de desarrollo cognitivo.

- Formular explicaciones personales justificadas en su experiencia previa, en su conocimiento o en información que hayan manejado, de manera que puedan reconocer en qué se basan para responder a dicha pregunta. En función de la pregunta formulada, esas explicaciones pueden ser hipótesis que expresan una relación entre variables, o bien modelos que expresan una representación y simplificación de la realidad a la que se refiere la pregunta. Estas explicaciones o respuestas de los estudiantes constituyen un

<sup>2</sup> La figura original pueden visualizarla en el Anexo I.

momento especial, aunque no el único, para la expresión y discusión de concepciones alternativas (López-Gay, 2012, citado por Martínez-Chico, 2013). Conviene resaltar la importancia de que los estudiantes adelanten sus explicaciones o modelos, evitando así una incorrecta interpretación de la indagación como una serie de actividades centradas en la manipulación que suele dejar inmutables las concepciones de los alumnos sobre los fenómenos en estudio (Windschitl et al., 2008, citado por Martínez-Chico, 2013).

- Buscar pruebas que permitan confirmar o refutar las explicaciones formuladas (Jiménez Aleixandre, 2010; Garrido-Espeja, 2012, citado por Martínez-Chico, 2013). Esas pruebas generalmente proceden de datos obtenidos a través de diseños experimentales propios (NRC, 1996, citado por Martínez-Chico, 2013), pero también pueden proceder de la búsqueda de información o la consistencia encontrada en otros conocimientos ya consolidados. Lo fundamental es hacer ver a los alumnos que sus explicaciones se apoyan en pruebas y no en creencias u opiniones. También se busca que relacionen tales pruebas con las explicaciones que tratan de probar.

- Analizar e interpretar la información y los datos recogidos, adaptando las explicaciones inicialmente formuladas o bien el modelo planteado a la nueva información, mejorando con ello su validez. De este modo, el alumnado podrá dar una explicación a los problemas o preguntas que los implicaron en el proceso de indagación basándose en pruebas (Jiménez Aleixandre, 2010, citado por Martínez-Chico, 2013). Esta parte de la indagación resulta especialmente significativa ya que es precisamente aquí donde la indagación tiene en cuenta la conexión entre hechos o fenómenos y teoría. Así, se contribuye (junto con el uso pruebas) a evitar que la ciencia pierda en las aulas su carácter interpretativo, poniéndose de manifiesto que el conocimiento no es algo fijo e inmutable, sino que tiene carácter provisional. La razón para ello está en que se basa en las ideas y modelos aceptados en ese momento evaluados de acuerdo con las pruebas disponibles, que son interpretadas de diferentes formas según desde qué modelo se analicen (Garrido-Espeja, 2012, citado por Martínez-Chico, 2013).

- Comunicar e interpretar ideas, considerando explicaciones alternativas a las personales. En todas las actividades anteriores es fundamental el clima de comunicación y diálogo entre el propio alumnado y entre alumnado y docente, provocando esto un medio ideal para el aprendizaje de la ciencia (Osborne et al., 2008, citado por Martínez-Chico, 2013). Por consiguiente en esta parte final es imprescindible comunicar a los demás y someter a crítica el proceso y conclusiones obtenidas, considerando explicaciones diferentes a las que uno tiene en un principio (ya sean estas procedentes de otros compañeros o del docente) y contrastando las ideas discutidas. Lo importante de esta actividad es que los alumnos detecten la necesidad de rechazar o introducir cambios en las ideas personales a través del proceso de comprobación e intercambio, y

no por la confianza que merece quien las presenta (Gil, 1993, citado por Martínez-Chico, 2013).

### **2.1.2. Los trabajos prácticos e IBSE**

Muchos docentes consideran los trabajos prácticos como la mejor forma de “trabajar” la ciencia, aunque el enfoque habitual de estos suele estar basado en el modelo de receta y no en el modelo de investigación (véase apartado 2.3.6.). Este último, sería la forma apropiada para encajarla en este tipo de metodología de enseñanza por indagación, pues permite al alumnado la construcción activa del conocimiento. Sin embargo, hay que tener claro que el eje sobre el que gira IBSE no son los trabajos prácticos en sí, sino la indagación. Es cierto que el proceso de indagación implica la vía experimental, pero también una búsqueda y análisis de información, ya que ambas vías producen la “evolución” del conocimiento. La vía más utilizada por los docentes en el proceso de indagación suele ser la experimental, ya que con esta se consigue un mayor interés de los alumnos en la actividad planteada. Esto se debe a la unión entre el mundo real y el mundo abstracto de los conocimientos teóricos (López-Gay et al. 2015).

Según Couso (2014), el modelo más usado para estructurar los trabajos prácticos cuyo eje es la indagación es el “ciclo de aprendizaje de las 5 E”. Este se fundamenta en cinco etapas:

- **Enganchar-Involucrar.** Introducción de la actividad a través de una pregunta o problema que resulte motivador para el alumnado, motivándolos para que desarrollen una participación activa.
- **Explorar-Investigar.** Realización de actividades experimentales o de búsqueda de información, según sea el caso, para intentar resolver el problema planteado (recopilación de pruebas). En esta etapa siempre partirán de sus experiencias y conocimientos previos. Será muy importante una comunicación fluida entre el alumnado.
- **Explicar.** Los alumnos deben de realizar un análisis profundo, teniendo en consideración las ideas previas y las pruebas recopiladas en las experiencias y búsquedas de información realizadas. Deben de lanzar hipótesis o modelos que puedan ser viables para la resolución del problema planteado.
- **Elaborar-Extender.** Aplicar las hipótesis o modelos a situaciones similares y/o reales. En caso de ser incorrectas modificarlas o completarlas a partir de explicaciones alternativas que reflejen una comprensión científica.
- **Evaluar.** La evaluación no es el último paso, sino que es un paso continuo que se desarrolla durante las cuatro etapas anteriores. Su principal finalidad es la comunicación y justificación de las explicaciones propuestas.



**Figura 2.** Esquematización del ciclo de aprendizaje de las 5 E.

Fuente: <https://formacioncontinuaedomex.files.wordpress.com/2012/10/s4c1.pdf> (Acceso el día 20/09/15)

### **2.1.3. El profesorado e IBSE**

Realizar innovación educativa basada en una metodología IBSE, al igual que cualquier otra innovación, no podría llevarse a cabo sin la implicación directa de los docentes. Para llevarla a cabo se necesita por parte del profesorado una cierta confianza, seguridad, motivación y aptitudes que por lo general no suelen tener (Padilla et al 2012). Para estimular el desarrollo de estas necesidades básicas, tendríamos dos opciones no excluyentes:

- Realización de talleres para los docentes. Su principal objetivo sería desarrollar en ellos las competencias necesarias para llevar a cabo experiencias de aprendizaje basadas en la indagación (Uzcátegui y Betancourt, 2013).
- Modificar la formación del profesorado, con la finalidad de mejorar su preparación a la hora de asumir nuevas innovaciones relacionadas con la educación científica<sup>3</sup> (Padilla et al. 2012).

Una cuestión fundamental durante el transcurso de actividades centradas en la metodología IBSE es el rol que deben de asumir los docentes. Lo ideal sería que abandonasen el papel de “actor principal” pasando a ser facilitadores de la actividad en la que los alumnos son los verdaderos protagonistas. Ahora bien, se debe tener cuidado

---

<sup>3</sup> Un claro ejemplo de este punto podría ser la realización de este Trabajo Fin de Máster que incluye la mencionada temática, y que correspondería al proyecto final de un Máster donde uno de los principales objetivos es proporcionar una formación al profesorado de educación secundaria de ciencias.

con no exagerar esta postura, ya que en la mayoría de los casos los docentes suelen confundir el abandono de “figura principal” del aula con el no tener que realizar una correcta guía pedagógica. Esto puede provocar que el docente llegue a desconocer el fin educativo al que está llevando el proceso de indagación (propuesto por él) a sus alumnos. Así pues, el profesorado no debe dejar nunca de gestionar el aula, organizar la actividad, y dirigir la actividad (tanto de forma física como cognitiva-discursiva) (Couso, 2014).

Con el afán de evitar la incorrecta interpretación de la palabra “facilitador” en relación a las actividades cuyo eje central es la metodología IBSE, sería más apropiado usar los términos “regulador”, “activador” o “agente de cambio”. Estos dejan más clara la actuación explícita del docente sobre las ideas de los alumnos para que lleguen a acercarse a las ideas científicas escolares objeto de aprendizaje (Couso, 2014).

## **2.2. Enseñanza basada en competencias**

En la sociedad actual en la que nos encontramos el aprendizaje por competencias se ha instaurado como un enfoque educativo predominante, con un reconocido impacto pedagógico, teórico y práctico. Son innumerables las definiciones existentes sobre el concepto de competencias, y por este motivo se ha decidido dejar constancia de dos de las más “oficiosas” (Manso, 2015).

La primera sería facilitada por la Comisión Europea (2004) (citado por Manso, 2015), donde se indica que la competencia “representa un paquete multifuncional y transferible de conocimientos, destrezas y actitudes que todos los individuos necesitan para su realización y desarrollo”.

Y la segunda procedería de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2002) (citado por Manso, 2015), donde se indica que “cada competencia reposa sobre una combinación de habilidades prácticas y cognitivas interrelacionadas, conocimientos, motivación, valores, actitudes, emociones y otros elementos sociales y comportamentales que pueden ser movilizados conjuntamente para actuar de manera eficaz”.

De forma más simplificada, se podría decir que esta educación basada en competencias ya no se conforma simplemente con el “saber” conocimientos o con el “saber cómo” hacer las cosas, sino que busca que los alumnos sepan aplicar el “saber” y el “saber cómo” a situaciones reales, es decir que sepan “hacerlo”. Por tanto, a modo de síntesis se podría decir que las competencias son aprendizajes aplicados (Manso, 2015).

Pero, ¿cómo conseguimos evaluar estas competencias? Lo habitual hasta principios de este siglo no era un aprendizaje basado en competencias, sino la mera transmisión de conocimientos académicos. Para esta educación tradicional la evaluación más

consagrada se basaba en la cuantificación de los aprendizajes alcanzados por cada alumno mediante un examen. Es decir, lo que se evaluaba realmente en la capacidad de retención de cada alumno (aprendizaje memorístico) (Cañal, 2012). Con la introducción de las competencias lo que se demanda es que los alumnos sepan aplicar lo aprendido en situaciones reales, por lo que se debe centrar la evaluación en el “como lo hacen” y en el “nivel de dominio” mostrado. Las situaciones propuestas al alumnado para la evaluación deben de ser muy diversas, para que sepan aplicar lo aprendido tanto en su vida escolar, como sobre todo y más difícil a la extraescolar. Dicho de otra forma, la evaluación del aprendizaje por competencias debe indagar en la capacidad que tiene el alumnado para transferir los conocimientos del currículo escolar a situaciones de la vida real y cotidiana en las que habitualmente se desenvuelve (Benítez, 2010).

Con el aprendizaje por competencias no solo debe de cambiar la forma de evaluación, sino también las prácticas docentes. Ya que los contenidos curriculares tal y como se han venido concibiendo hasta ahora tienen fecha de caducidad (Benítez, 2010). Una de las metodologías, en este caso genuina del ámbito científico, que se podrían utilizar para propiciar este tipo de aprendizaje por competencias es, precisamente, la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (IBSE) (véase apartado 2.1).

### **2.2.1. Competencia Científica**

Al igual que ocurre con la definición de competencias, nos encontramos con un gran número de definiciones referidas a la competencia científica. En este caso vamos a tomar como referencia la definición establecida por PISA (2009)<sup>4</sup> (citado por Gil y González, 2011). Donde la competencia científica se define como el grado en el que un individuo: (Gil y González, 2011).

- posee conocimiento científico y lo emplea para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en la evidencia, sobre temas relacionados con la ciencia.
- entiende las características distintivas de la ciencia como forma de conocimiento e investigación.
- demuestra que sabe cómo la ciencia y la tecnología influyen en nuestro entorno material, intelectual y cultural.
- se interesa por temas científicos como un ciudadano que reflexiona.

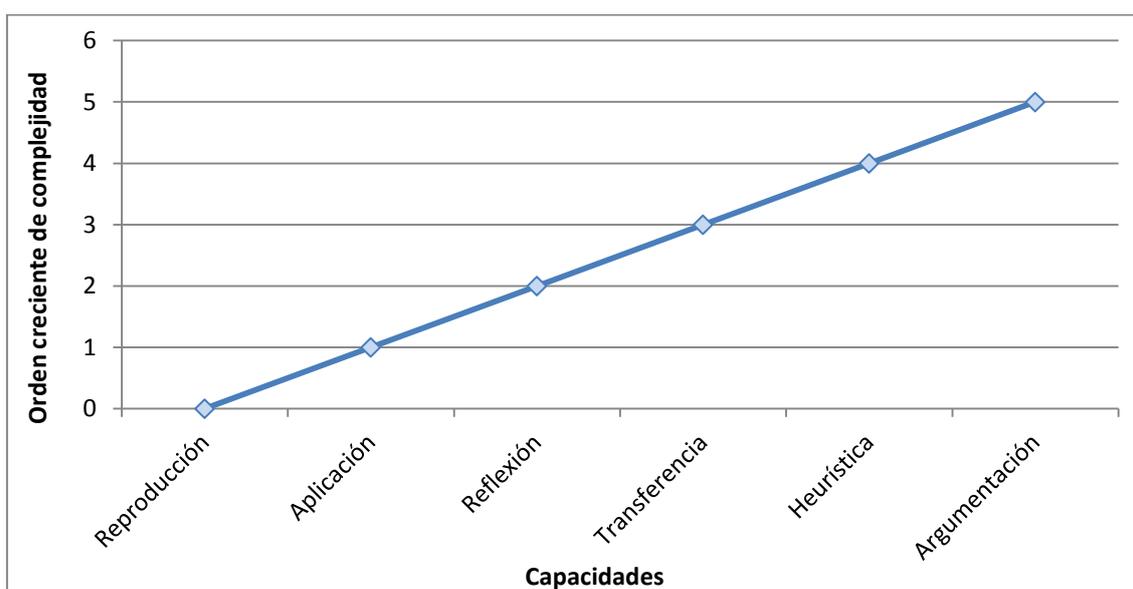
---

<sup>4</sup> PISA: Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, realizado por la OCDE. Realiza cada tres años en varios países unas pruebas con las que pretende ver la aplicación, por parte de los alumnos, de las competencias adquiridas en diversas situaciones (escolares o extraescolares).

Para realizar una correcta evaluación de esta competencia PISA identifica cinco procesos científicos a tener en cuenta. Estos, a su vez, se pueden agrupar en tres sub-competencias en función del pensamiento predominante necesario para resolver las preguntas presentes en las distintas pruebas (Tabla 1). Además, estas tres sub-competencias pueden relacionarse con una serie de capacidades que el alumnado debe de desarrollar para alcanzar la competencia científica (Tabla 1 y 2). Estas suelen aparecer en orden ascendente de complejidad para el desarrollo de las tareas, lo cual si nos fijamos, representa una escala de esfuerzo intelectual mostrada por los alumnos, ya que pasamos de planteamientos cerrados a planteamientos totalmente abiertos (Fig. 3) (Gallardo-Gil et al., 2010; Yus et al., 2013).

PROCESOS CIENTÍFICOS	SUB-COMPETENCIAS	CAPACIDADES DEL ALUMNADO
Reconocer cuestiones científicamente investigables	Evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas	Reproducción
Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica		Aplicación
		Heurística
Comunicar conclusiones válidas	Explicar fenómenos científicamente	Transferencia
Demostrar la comprensión de conceptos científicos en determinadas situaciones		Argumentación
Extraer o evaluar conclusiones	Interpretar datos y pruebas científicamente	Reflexión

**Tabla 1.** Datos a considerar para una correcta evaluación de la competencia científica (Yus et al., 2013; Gallardo-Gil et al., 2010)



**Figura 3.** Jerarquía de las capacidades desprendidas de las pruebas PISA (Yus et al. 2013)

ORDEN	CAPACIDAD	ABREVIACIÓN	SIGNIFICADO
1	Reproducción	RP	Supone repetir de forma mecánica y memorística los conocimientos científicos
2	Aplicación	AP	Consiste en aplicar los conocimientos científicos aprendidos previamente a situaciones sencillas o conocidas
3	Reflexión	RF	Implica la comprensión del fenómeno científico y reflexionar sobre los conocimientos aprendidos en esta área.
4	Transferencia	TR	Supone aplicar el conocimiento aprendido a nuevas situaciones, conectando ideas, conceptos o hechos científicos
5	Heurística	HE	Requiere el diseño de un plan o la descripción de los pasos que es necesario seguir para llegar a una solución.
6	Argumentación	AR	Requiere razonar de forma argumentada para explicar el fenómeno científico que se trate, comunicando la conclusión científica a la que se llegue a través del lenguaje escrito.

**Tabla 2.** Capacidades desprendidas de las pruebas liberadas de PISA (Yus et al. 2013)

Atendiendo a todo lo mencionado con anterioridad sobre cómo se debería de evaluar la competencia científica, en el análisis de las pruebas PISA nos deberíamos encontrar con una utilización claramente ascendente de las capacidades (pedagogía activa) por parte del alumnado (Fig. 4). Sin embargo, Yus et al. (2013) muestra que en las pruebas PISA referidas a la evaluación de la competencia científica liberadas entre el 2000 y 2005 la capacidad que se requiere en más ocasiones es la reflexión (un 96% del total de tareas analizadas) y la que se requiere en menos, desafortunadamente, es la heurística (13%) (Fig. 5). Esto se debe a la centralización de estas pruebas para conseguir la adquisición, por parte del alumnado, de un “pensamiento lógico” aplicado a las Ciencias Naturales, en detrimento del objetivo real de estas pruebas, es decir, potenciar la aplicación del conocimiento aprendido a nuevas situaciones, generando así una problemática, y la consiguiente realización de un plan para llegar a una solución. Se provoca así una mayor demanda de las capacidades de aplicación y reflexión en detrimento de la transferencia y de la heurística (Yus et al., 2013).

Por lo tanto, como podemos ver ni siquiera la OCDE con sus pruebas PISA consigue amoldarse con precisión a la evaluación tipo que debería de realizarse del aprendizaje por competencias, en este caso la competencia científica. Para conseguir esto, tendría que hacer un “lavado de cara” a dichas pruebas y aferrarse fuertemente al modelo tipo de la pedagogía activa (Fig.4).

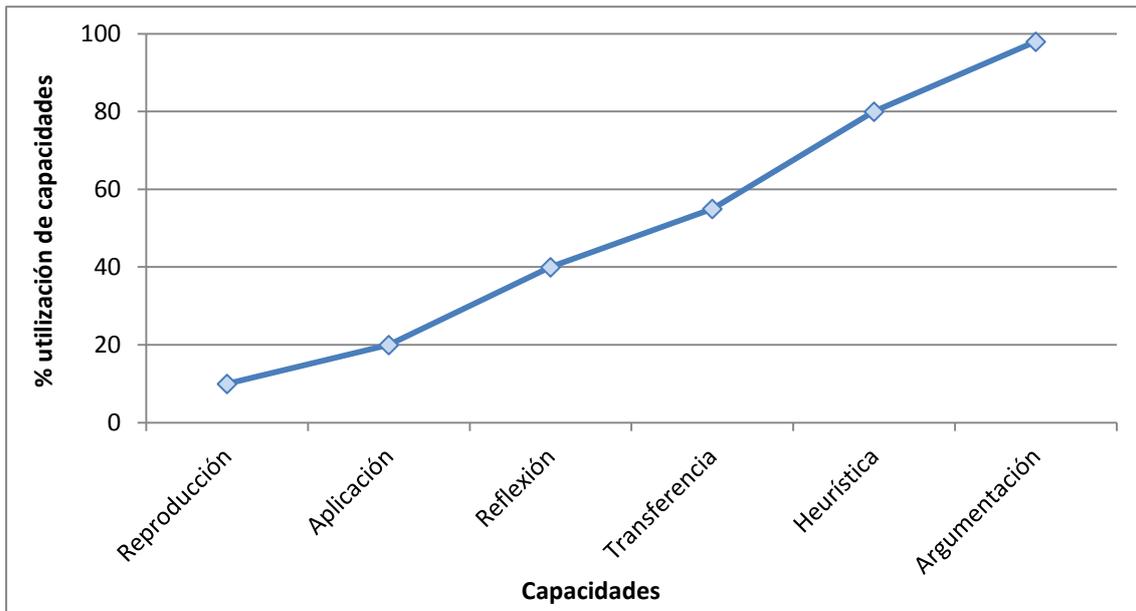


Figura 4. Utilización de capacidades en la pedagogía activa (Yus et al. 2013)

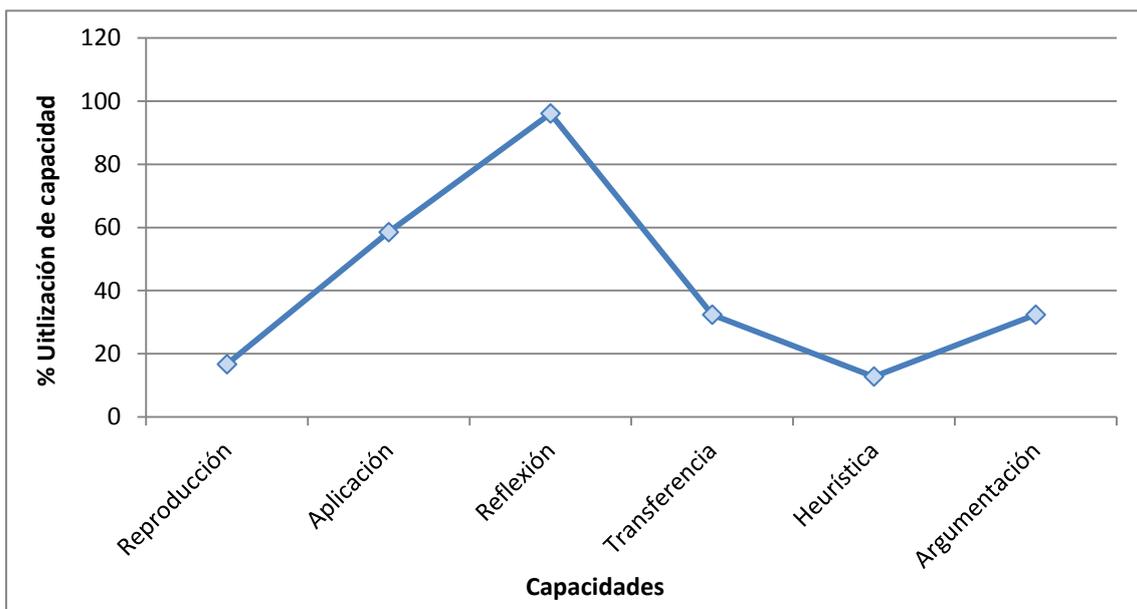


Figura 5. Utilización de capacidades en las pruebas liberadas de PISA (2000-2006) (Yus et al. 2013)

### 2.3. Trabajos Prácticos

Los trabajos prácticos son un tipo de actividad, muy característica de la enseñanza de las ciencias y que constituye una poderosa herramienta docente, que encaja bien con la enseñanza de las ciencias basada en la indagación y con el desarrollo de la competencia científica (véase apartado 2.1. y 2.2.).

A continuación se abordará el estudio de los trabajos prácticos desde diversos puntos de vista.

### **2.3.1. Aspectos históricos**

Haciendo un breve repaso histórico podemos observar como tradicionalmente los trabajos prácticos se han abordado desde el punto de vista del paradigma de enseñanza por transmisión-recepción, donde el docente explicaba previamente la “teoría” y proporcionaba unas pautas muy precisas a seguir para realizar un trabajo práctico donde aplicar los conocimientos impartidos. Fue en los años setenta donde aparecieron tres nuevos enfoques de los trabajos prácticos: a) *El enfoque del descubrimiento orientado*, el cual se basa en actividades guiadas por el docente con la finalidad de descubrir ciertos contenidos; b) *El enfoque del descubrimiento autónomo*, en este caso no se le da tanta importancia a los conocimientos científicos a los que había que llegar como conclusión, sino que adquiere una mayor relevancia el propio proceso de investigación realizado por el alumnado; y c) *El enfoque de la ciencia de los procesos*, donde la importancia recae en aprender los procesos fundamentales de la ciencia (observación, clasificación, realización de hipótesis...) independientemente de los contenidos teóricos sobre los que se estuviese trabajando (Caamaño, 1992).

El enfoque del descubrimiento autónomo o el enfoque de la ciencia de los procesos que se pueden enmarcar dentro del modelo de aprendizaje por descubrimiento se vio duramente atacado con la aparición de la enseñanza constructivista. Esto se debió a que esta corriente educativa pone de manifiesto la importancia que tienen las concepciones sobre el mundo del alumnado en su propio aprendizaje, así como la necesidad de ofrecer al alumnado experiencias para confrontar esas ideas, erróneas en muchos casos, con la realidad, de cara a que construyan otras nuevas más coherentes con los conocimientos científicos. Hay que destacar, que este proceso siempre debe ser guiado por el docente.

Si nos fijamos más detalladamente, la enseñanza constructivista tiene parecidos con el enfoque del descubrimiento orientado, ya que también se traduciría en una metodología donde el docente ejerciera una labor activa de guía con la finalidad, no solo de realizar aprendizajes metodológicos, si no de que el alumnado realice aprendizaje de contenidos conceptuales. La gran diferencia es que en este modelo educativo se da de lado al descubrimiento puramente autónomo del alumnado, en favor de actividades de descubrimiento, fundamentadas en el uso de los procesos básicos de la ciencia, donde el alumnado tiene un guión establecido previamente por el docente con coherencia científica y didáctica (Caamaño, 1992).

### **2.3.2. Estado actual**

En la sociedad actual tenemos asumida la concepción de que la realización de trabajos prácticos por parte del alumnado es, sin lugar a duda, un indicador de calidad de la enseñanza de ciencias. En contra posición, un gran porcentaje de los docentes continúan dando de lado a la realización de este tipo de tareas debido a que suelen conllevar

grandes esfuerzos y problemas de organización que según ellos no se compensan con el resultado final, pues consideran que la efectividad en el aprendizaje es relativamente baja (Sanmartí et al., 2002). Por su parte, los docentes que sí utilizan los trabajos prácticos como herramienta educativa suelen hacerlo frecuentemente desde el punto de vista del paradigma de enseñanza por transmisión-recepción (Caamaño, 1992) y situados al final de la unidad didáctica o secuencia didáctica. Sin embargo, en la actualidad se considera que estos trabajos prácticos deben enmarcarse en un modelo constructivista, haciendo especial hincapié en el desarrollo de la competencia científica.

Por consiguiente, es oportuno que un trabajo práctico comience con el planteamiento de un problema, el cual debe desencadenar en la realización de una experimentación; este será expuesto al alumnado por parte del docente. La experiencia desprendida de la problemática propuesta debe de conseguir conectar aquello de lo que se habla en clase con la experiencia personal de los alumnos, consiguiendo así una gran implicación por parte de los alumnos en la investigación. Pero se debe tener cuidado porque no sirve cualquier trabajo práctico. Se necesitan experiencias paradigmáticas que permitan al alumnado el proceso de construcción de modelos científicos significativos de naturaleza y de la tecnología, es decir, que le permita relacionar los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos (Sanmartí et al., 2002). Lo ideal para llegar hasta la construcción de estos modelos sería la participación colectiva del aula, ya que de esta forma se expresarán diversas formas de interpretar la experiencia planteada por el docente; esto es debido a que cada alumno posee unas ideas previas distintas (del Carmen, 2000). Una vez expresadas las diferentes interpretaciones por parte del alumnado, el docente elegiría las más interesantes en relación con la teoría científica que quiere que el alumnado aprenda, y a partir de ahí se propondrían otras experiencias que nos permitirán acercarnos más a la realidad y progresar en la construcción de nuestro modelo significativo (Sanmartí et al., 2002). Dentro del progreso en los aprendizajes por parte del alumnado, el docente debe ir proponiendo numerosas actividades abiertas a sus alumnos para que vayan desarrollando las diversas capacidades dentro de la competencia científica.

### ***2.3.3. Visión atomística u holística***

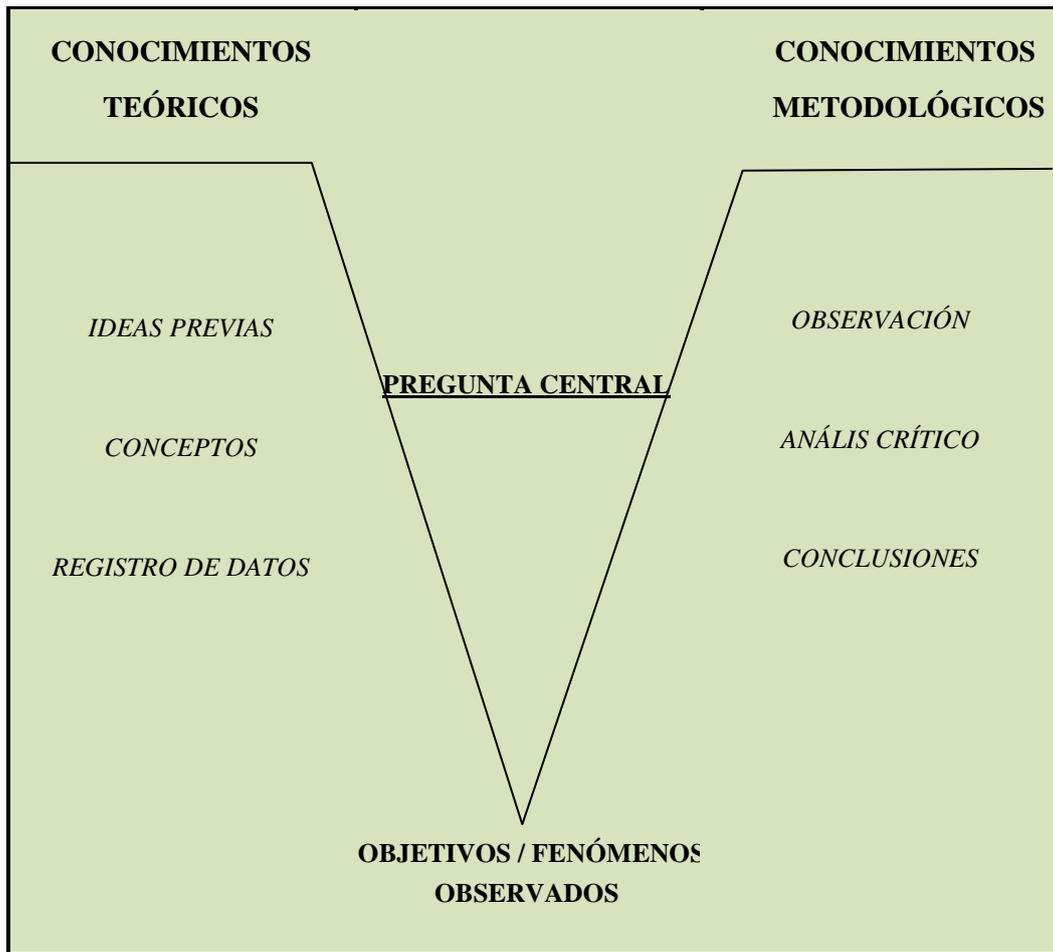
Durante la realización de los trabajos prácticos también se puede abrir otro debate metodológico, en relación al aprendizaje de los procesos que se ponen en juego para la realización de dichos trabajos. Si estos procesos se desarrollan aisladamente al trabajo práctico de carácter investigativo diremos que nos encontramos ante una visión atomística, ya que esta defiende la necesidad de realizar actividades prácticas básicas, por parte del alumnado, antes de que puedan abordar la realización de dicho trabajo práctico. Por tanto, los defensores de esta corriente argumentan que el alumnado debe

controlar un mínimo de procedimientos y habilidades prácticas esenciales antes de involucrarse en el desarrollo de cualquier trabajo práctico. De no ser así, consideran que su realización es imposible y que la atención de los alumnos se derivaría al aprendizaje de los procedimientos.

Por el contrario, si el aprendizaje de los procesos se produce durante el transcurso del trabajo práctico de carácter investigativo estaríamos ante una visión holística, la cual considera que todo el aprendizaje debe realizarse durante el desarrollo del susodicho trabajo práctico. Por lo que los procedimientos y habilidades básicas del ámbito científico serán desarrolladas durante el transcurso del mismo y no antes como en la visión atomística. Esta visión estará fuertemente apoyada por los constructivistas, los cuales critican enérgicamente la visión atomística. Su principal crítica a esta visión hace referencia al hecho de poner en duda que los procedimientos y habilidades básicas aprendidas durante un proceso concreto puedan ser extrapoladas por los alumnos a otras situaciones totalmente diferentes de donde han sido aprendidas (Caamaño, 1992).

#### ***2.3.4. Relación entre los elementos conceptuales y metodológicos***

Como ya hemos comentado un trabajo práctico dentro de un modelo de enseñanza constructivista debe partir de los conocimientos previos de los alumnos, y a partir de ahí ir construyendo el conocimiento con la realización de diversas experiencias prácticas y la comunicación constante entre el alumnado y entre el alumnado y el docente. Para ilustrar la interacción entre los elementos conceptuales y metodológicos durante el proceso de construcción de los conocimientos, se dispone de la técnica heurística V de Gowin (Fig.6). La forma en que se utilice esta técnica podría ser muy diversa, desde ser un simple esquema para facilitar la organización del trabajo práctico al docente, hasta ser usada por parte de los alumnos como actividad para sintetizar y correlacionar todo lo aprendido; esto permitiría al docente comprobar que el entrecruzamiento del conocimiento teórico-metodológico realizado por el alumno ha sido el deseado, al igual que conocer si realmente se ha ido produciendo un aprendizaje significativo (enseñanza constructivista) (del Carmen, 2000; Morales, 1998).



**Figura 6.** La V de Gowin (del Carmen, 2000).

Como podemos observar en la figura 6, en el eje de la V tenemos la pregunta central, a la cual el conocimiento científico debe de dar respuesta, y los objetivos o fenómenos a observar por parte de los alumnos, que es de donde se extrae el conocimiento. A la derecha de la V nos encontramos con los conocimientos metodológicos, los cuales nos sirven para producir el conocimiento teórico; y a la izquierda con los teóricos, sobre los cuales se basa todo el trabajo práctico (Morales, 1998).

Aunque probablemente esta técnica no se utilice extensivamente, existen ejemplos de investigaciones que ponen de manifiesto su utilidad. Así, en un estudio con alumnos de 3° de la E.S.O. (9° grado de Educación Básica en Venezuela) la V de Gowin ayudó al 82% de los participantes a la organización general del problema, al 73% les permitió clarificar las tareas del problema y al 70% le ayudó a pensar en estrategias posibles para resolver un problema (Morales, 1998).

### **2.3.5. Algunos aspectos a considerar del diseño de los trabajos prácticos**

En esta revisión de los trabajos prácticos en la literatura científica, se descende en el nivel de concreción y se considera ahora varios aspectos en relación a como debe ser su diseño.

Según del Carmen (2000), estos serían aspectos a considerar de cara al diseño de un trabajo práctico:

#### **a) Agrupación del alumnado**

Es recomendable que el trabajo práctico sea abordado por los alumnos en forma de grupos, ya que de esta forma se favorece el trabajo colaborativo y la participación directa de los alumnos. Los grupos deberán ser de tres o cinco alumnos, debido a que en caso de tener que tomar una decisión nunca caigan en el empate ni tampoco se ponga en peligro la participación directa al ser los grupos demasiado grandes.

Otro factor a tener en cuenta en este apartado es la heterogeneidad de los grupos. Por lo general, los grupos heterogéneos favorecen la enseñanza entre iguales y el aprendizaje significativo; además también es una buena forma de afrontar la diversidad en el aula.

#### **b) Previsión del tiempo**

Cuando se realiza un trabajo práctico por primera vez se suele ser poco preciso en establecer el tiempo necesario, lo que nos llevará a acelerar el ritmo de la clase provocando que los alumnos se estresen y acaben de cualquier manera la actividad. Además, seguramente dejaremos de realizar el análisis, el debate y las conclusiones sobre lo trabajado en clase, haciendo esto imposible la construcción del conocimiento por parte de los alumnos (enseñanza constructivista). Por todo esto, se aconseja ser muy generosos a la hora de calcular el tiempo necesario para realizar las actividades. De encontrarnos en la situación de que no ha dado tiempo de acabar una actividad en el tiempo previsto, la mejor forma de actuar es anotar, de forma genérica, por dónde van los alumnos en su desarrollo y continuar en la siguiente sesión previo resumen de lo realizado en la clase anterior.

#### **c) Realización previa de las actividades<sup>5</sup>**

En cualquier trabajo práctico el docente no solo debe preocuparse de la preparación de las actividades, sino que también debe realizarlas personalmente antes de trabajarlas con los alumnos. Este contacto previo del docente con las distintas actividades planteadas puede tener diversos aspectos beneficiosos, como por ejemplo:

---

<sup>5</sup> Desafortunadamente no ha sido posible implementar la propuesta de actividades, desarrollada en este TFM, con el alumnado. Pero este apartado si ha podido ser cumplimentado.

evitar situaciones difíciles donde el docente no tenga la respuesta a preguntas planteadas por los alumnos, permitirle distinguir los puntos de mayor dificultad, conocer la disponibilidad real de material en el centro...

#### **d) Presentación y conducción de los trabajos prácticos**

Como ya se mencionó anteriormente es preciso conseguir “conectar” con los alumnos para que así se interesen por el tema abordado. Por lo general, lo que mejor funciona para despertar dicha motivación es relacionarlo con sus inquietudes e intereses, y sobre todo, con aspectos de la vida cotidiana.

En relación con la conducción, lo primero a realizar es una pequeña introducción de lo que han de realizar los alumnos, y a partir de ahí dejarlos trabajar tranquilamente para que desarrollen su propia dinámica. Durante el transcurso de la clase se aconseja que el docente se pase, al menos dos veces por los puestos de trabajo. En la primera debe de evitar intervenir en la dinámica de los alumnos, solo debe observar, y en la segunda ya si debe preocuparse por comprobar el avance de los grupos y por resolver las dudas que estos tengan. En los últimos minutos de la sesión se aconseja que se haga una puesta en común de los avances/resultados logrados por los diferentes grupos. De no dar tiempo en esa sesión, se realizará en la siguiente, previo resumen (confeccionado por el docente) de lo realizado en la clase anterior.

Durante el desarrollo de todas las sesiones dedicadas a un mismo trabajo práctico sería muy oportuno que los alumnos fuesen realizando, de forma individual, un cuaderno en el que apunten cualquier tipo de proceso, observación, hipótesis, duda, dibujo, reflexión suya o de algún compañero... que le facilitase el aprendizaje significativo.

#### **e) Evaluación del alumnado**

La forma preferente para realizar la evaluación de los trabajos prácticos del alumnado se suele abordar desde tres puntos diferentes. Primero se debe valorar, a través del planteamiento de diferentes problemas que debe resolver el alumnado, el avance cognitivo mostrado por los alumnos desde el inicio (ideas previas) hasta el final (conclusiones). El segundo consiste en una valoración a través de la observación, donde se debe de tener en cuenta la actitud, el trabajo diario, el desarrollo de ciertas habilidades, las reflexiones expresadas... Y por último, el tercer punto consiste en la valoración de un producto final que realizan los alumnos de forma individual o grupal. Dicho producto consistirá en un informe escrito donde el alumnado deberá de plasmar la interrelación existente entre el proceso seguido en el desarrollo del trabajo práctico y la “evolución” de ideas sufridas hasta alcanzar los conocimientos científicos reales. Para facilitar esta tarea deberán de utilizar el cuaderno de trabajo personal realizado durante

el transcurso de las sesiones. Otra forma más esquemática de realizar esta misma tarea podría ser a través de la realización de la V de Gowin.

### ***2.3.6. Trabajos prácticos como modelos de receta o de investigación***

Una de las clasificaciones más útiles e interesantes que se hacen de los trabajos prácticos, es aquella que los divide en dos modelos genéricos: el de receta y el de investigación. Aunque ambos modelos se basan en la realización de una actividad práctica, podemos encontrar bastantes diferencias entre ellos (Caamaño, 1992; López-Gay et al., 2015):

❖ **Modelo de Receta.** En los trabajos prácticos que presentan este modelo los alumnos deben de seguir una guía pormenorizada de actuación. En ella aparecen todos los pasos, altamente detallados, que deben de llevar a cabo para conseguir realizar correctamente el trabajo práctico que se les plantea. Los alumnos no pueden desviarse de esta “receta” en ningún momento, por lo que la innovación, indagación, creatividad... quedan totalmente cercenados. En la mayoría de este tipo de actividades suele aparecer al final de la misma una serie de preguntas, las cuales tienen la finalidad de asegurar que el alumno ha entendido la fundamentación y la finalidad del trabajo, algo que realmente no está asegurado por esta vía.

Los trabajos prácticos que siguen este modelo suelen ser los elegidos por los docentes durante el transcurso de la Educación Secundaria, debido principalmente al menor consumo de tiempo para llevarlas a cabo que el que supondría un planteamiento más abierto.

❖ **Modelo de Investigación.** En dichos trabajos prácticos los alumnos disponen de libertad necesaria para diseñar, ellos mismos, la forma de resolver el problema planteado por el docente. Estos deben de hacerlo mediante la utilización de la indagación como herramienta principal. Para ello, pueden utilizar mecanismos propios del método científico, como la realización de experimentos, formulación de hipótesis, toma de mediciones..., que consideren necesarios y oportunos. Trabajando de esta forma la construcción del conocimiento se realiza durante el desarrollo de la actividad y no fundamentalmente al final como en el modelo de receta. Para ello, el docente adoptará dos papeles durante la realización de la actividad:

- Al principio solamente actuará como guía del alumnado.
- Al final irá introduciendo conceptos, a través de diversas preguntas y al cuestionar la actividad realizada por el alumnado, para provocar que los alumnos reflexionen sobre sus conclusiones y se acerquen lo máximo posible al cuerpo

de conocimientos científicos perseguidos con la realización de dicho trabajo práctico.

Como vemos en ambos modelos se realiza una actividad de carácter práctico, pero en los de tipo investigativo probablemente se logra con más frecuencia que los alumnos desarrollen un verdadero aprendizaje significativo. En relación con el currículum de Ciencias de la Naturaleza en España, tradicionalmente los contenidos que expresamente supongan trabajos prácticos brillan por su escasez (Caamaño, 1992; Pardo, 2004). No obstante, como se verá en el apartado 3.1, en la actualidad, a nivel de sugerencias metodológicas, sí que existe alusión expresa a la experimentación y otras destrezas asociadas con la investigación científica. En este TFM se ha dedicado el apartado 4 a la realización de un análisis de libros del ciclo educativo correspondiente a Bachillerato en relación a las asignaturas de Biología y Geología, y Biología. En él se puede apreciar este déficit de trabajos prácticos y su tendencia a ser de tipo receta.

Otro claro ejemplo de esta realidad, aunque referida al ámbito universitario de los futuros maestros de Educación Primaria, lo podemos apreciar en la investigación realizada por Etxabe (2001). A los estudiantes, futuros maestros de ciencias, se les presentó una relación de trabajos prácticos de distinta tipología, sobre los que debían de reflexionar sobre sus ventajas e inconvenientes. Tras este análisis se llegó a la conclusión de que los trabajos prácticos de tipo investigativo repercutían en un mayor número de beneficios para el alumnado frente a los de tipo receta. Sin embargo, cuando se les propuso la realización de diversos trabajos prácticos, todos eligieron el modelo de receta dando de lado al modelo de investigación. Al preguntarle el por qué de esta decisión, la mayoría contesto que “las recetas” son mucho más fáciles de realizar y necesitan una menor dedicación de tiempo (Etxabe, 2001). A tenor de lo expresado parece ser que los futuros docentes de Primaria apostarían más por su propia comodidad y la de sus alumnos, que por la implantación de una metodología que fomentara, de forma más efectiva, un aprendizaje significativo.

### 3. Marco Curricular

En este apartado se pretende realizar un análisis de los elementos curriculares (objetivos, contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables) de las asignaturas de Biología y Geología, y Biología, correspondientes a los cursos educativos de primero y segundo de Bachillerato respectivamente, asumibles en la propuesta que se hace en este TFM, la enseñanza de los microorganismos (Tablas 3, 4, 5 y 6).

Dada la situación de transición legislativa en la que nos encontramos, a lo que hay que añadir la incertidumbre política actual, se analizarán tanto el *REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas* (MEC, 2007), de acuerdo con la Ley Orgánica de Educación (LOE), como el *REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato* (MECD, 2015), de acuerdo con la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). También se pretende revisar, con el afán de hacer más completo este análisis, el desarrollo curricular de la LOE y la LOMCE en la Comunidad de Andalucía, el contexto educativo de la Universidad donde se presenta este TFM. Pero se encuentra el inconveniente de que aún no existe un desarrollo curricular de la LOMCE para dicha comunidad. Otras Comunidades Autónomas sí han publicado ya legislación educativa que desarrolla la LOMCE; pero aunque no se ha realizado un estudio sistemático, nos encontramos ejemplos como el de la Comunidad de Madrid donde no se añade nada a lo establecido por MECD (2015) para asignaturas troncales como las consideradas en este trabajo. O bien, la Comunidad de Castilla y León, donde sí se consideran modificaciones en las materias troncales, pero lo añadido, al menos para el tópico abarcado aquí, es mínimo. Por tanto, solo tomamos como base la *ORDEN de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía* (CE, 2008), de acuerdo con la Ley Orgánica de Educación (LOE).

<b>1º BACHILLERATO (Biología y Geología)</b>		
	<i>REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</i>	<i>REAL DECRETO 1105/2014 (LOMCE)</i>
<b>OBJETIVOS</b>	<p><b>4.</b> Realizar una aproximación a los diversos modelos de organización de los seres vivos, tratando de comprender su estructura y funcionamiento como una posible respuesta a los problemas de supervivencia en un entorno determinado.</p> <p><b>8.</b> Utilizar con cierta autonomía destrezas de investigación, tanto documentales como experimentales, reconociendo el carácter de la ciencia como proceso cambiante y dinámico.</p> <p><b>9.</b> Desarrollar actitudes que se asocian al trabajo científico, tales como la búsqueda de información, la capacidad crítica, la necesidad de verificación de los hechos, el cuestionamiento de lo obvio y la apertura ante nuevas ideas, el trabajo en equipo, la aplicación y difusión de los conocimientos, etc., con la ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación cuando sea necesario.</p>	<p><b>1.</b> Profundizar en los conocimientos adquiridos en la ESO, tales como estrategias del método científico, el desarrollo de actitudes conducentes a la reflexión y el análisis sobre los grandes avances científicos de la actualidad, y conocer y utilizar las normas básicas de seguridad y uso del material de laboratorio.</p> <p><b>2.</b> Completar el estudio de los niveles de organización de los seres vivos: composición química, organización celular y estudio de los tejidos animales y vegetales.</p> <p><b>3.</b> Desarrollar y completar el estudio de la clasificación y organización de los seres vivos, y muy en especial desde el punto de vista de su funcionamiento y adaptación al medio en el que habitan.</p>
<b>CONTENIDOS</b>	<p><b>Bloque 4. <u>Unidad y diversidad de la vida</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La diversidad de los seres vivos y el problema de su clasificación. Criterios de clasificación.</li> <li>- Niveles de organización de los seres vivos. La célula como unidad de vida.</li> <li>- Características fundamentales de los cinco reinos.</li> <li>- Observaciones microscópicas de tejidos animales y vegetales y de organismos unicelulares.</li> </ul>	<p><b>Bloque 2. <u>La organización celular</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de organización celular: célula procariota y eucariota.</li> <li>- Planificación y realización de prácticas de laboratorio.</li> </ul> <p><b>Bloque 4. <u>La biodiversidad</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La clasificación y la nomenclatura de los grupos principales de seres vivos.</li> </ul>

<b>1º BACHILLERATO (Biología y Geología)</b>		
	<i>REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</i>	<i>REAL DECRETO 1105/2014 (LOMCE)</i>
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<p><b>2.</b> <i>Diseñar y realizar investigaciones que contemplen las características esenciales del trabajo científico (Concreción del problema, emisión de hipótesis, diseño y realización de experiencias, comunicación de resultados).</i></p> <p><b>6.</b> <i>Explicar las características fundamentales de los principales taxones en los que se clasifican los seres vivos. El alumno debe manejar los criterios científicos con los que se han establecido las clasificaciones de los seres vivos y diferenciar los pertenecientes a cada uno de los cinco reinos.</i></p>	<p><b>Bloque 2. <u>La organización celular</u></b></p> <p><i>1. Distinguir una célula procariota de una eucariota, analizando sus semejanzas y diferencias.</i></p> <p><b>Bloque 4. <u>La biodiversidad</u></b></p> <p><i>1. Conocer los grandes grupos taxonómicos de seres vivos.</i></p> <p><i>2. Interpretar los sistemas de clasificación y nomenclatura de los seres vivos.</i></p> <p><i>4. Conocer las características de los tres dominios y los cinco reinos en los que se clasifican los seres vivos.</i></p>
<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>	NO ESPECIFICADOS	<p><b>Bloque 2. <u>La organización celular</u></b></p> <p><i>1.1. Interpreta la célula como una unidad estructural, funcional y genética de los seres vivos.</i></p> <p><i>1.2. Perfila células procariotas y eucariotas y nombra sus estructuras.</i></p> <p><b>Bloque 4. <u>La biodiversidad</u></b></p> <p><i>1.1. Identifica los grandes grupos taxonómicos de los seres vivos.</i></p> <p><i>4.1. Reconoce los tres dominios y los cinco reinos en los que se agrupan los seres vivos.</i></p> <p><i>4.2. Enumera las características de cada uno de los dominios y de los reinos en los que se clasifican los seres vivos.</i></p>

**Tabla 3.** Elementos curriculares, existentes en los *Reales Decretos* de la LOE y la LOMCE, de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato.

<b>1º BACHILLERATO (Biología y Geología)</b>	
<b>ORDEN de 5 de agosto de 2008 - Comunidad de Andalucía (LOE)</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	<p><b>1.</b> <i>Aprender ciencia, es decir, a adquirir los conocimientos científicos básicos y saber utilizarlos para interpretar los fenómenos naturales.</i></p> <p><b>2.</b> <i>Aprender a hacer ciencia, es decir, estar en condiciones de utilizar los procedimientos científicos para la resolución de problemas: búsqueda de información, descripción, análisis y tratamiento de datos, formulación de hipótesis, diseño de estrategias de contrastación, elaboración de conclusiones y comunicación de estas conclusiones.</i></p> <p><b>3.</b> <i>Aprender sobre la ciencia, es decir, comprender la naturaleza de la ciencia, sus diferencias con las creencias y con otros tipos de conocimiento, sus relaciones con la tecnología y las implicaciones de ambas en la sociedad.</i></p>
<b>CONTENIDOS</b>	<p><b>Bloque 4. <u>Unidad y diversidad de los seres vivos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>En el estudio de la célula se pondrá de manifiesto que representa la unidad estructural y funcional de los seres vivos.</i></li> <li>- <i>Presentar el tipo de célula como criterio importante para establecer los diferentes grupos de seres vivos.</i></li> <li>- <i>Acercar el conocimiento de los criterios que llevan a replantearse el actual sistema de los cinco reinos.</i></li> <li>- <i>Recordar al alumnado el manejo y utilización del microscopio para identificar distintos tipos de células.</i></li> </ul>
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<p>NO ESPECIFICADOS</p> <p>SE MANTIENEN LOS DEL REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</p>

**Tabla 4.** Elementos curriculares, existentes en la Orden de la Comunidad de Andalucía basada en la LOE, de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato.

<b>2º BACHILLERATO (Biología)</b>		
	<i>REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</i>	<i>REAL DECRETO 1105/2014 (LOMCE)</i>
<b>OBJETIVOS</b>	<p><b>4.</b> Conocer y aplicar las estrategias características de la investigación científica (plantear problemas, emitir y contrastar hipótesis, planificar diseños experimentales, etc.) para realizar pequeñas investigaciones y explorar situaciones y fenómenos en este ámbito.</p> <p><b>6.</b> Interpretar la célula como la unidad estructural, funcional y genética de los seres vivos, conocer sus diferentes modelos de organización y la complejidad de las funciones celulares.</p> <p><b>8.</b> Analizar las características de los microorganismos, su intervención en numerosos procesos naturales e industriales y las numerosas aplicaciones industriales de la microbiología. Conocer el origen infeccioso de numerosas enfermedades provocadas por microorganismos y los principales mecanismos de respuesta inmunitaria.</p>	<p><b>1.</b> Favorecer y fomentar la formación científica del alumnado, partiendo de su vocación por el estudio de las ciencias.</p> <p><b>2.</b> Contribuye a consolidar el método científico como herramienta habitual de trabajo, con lo que ello conlleva de estímulo de su curiosidad, capacidad de razonar, planteamiento de hipótesis y diseños experimentales, interpretación de datos y resolución de problemas, haciendo que este alumnado alcance las competencias necesarias para seguir estudios posteriores.</p> <p><b>3.</b> Análisis de las controversias producidas por la implicación de la biología en ámbitos de distinta naturaleza (sociales, éticas, económicas, etc.)</p>
<b>CONTENIDOS</b>	<p><b>Bloque 2. <u>Morfología, estructura y funciones celulares</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La célula: unidad de estructura y función. La teoría celular.</li> <li>- Aproximación práctica a diferentes métodos de estudio de la célula.</li> <li>- Morfología celular. Estructura y función de los orgánulos celulares. Modelos de organización en procariotas y eucariotas.</li> <li>- Aplicaciones de las fermentaciones.</li> </ul>	<p><b>Bloque 2. <u>La célula viva. Morfología, estructura y fisiología celular</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La célula: unidad de estructura y función.</li> <li>- La influencia del progreso técnico en los procesos de investigación. Del microscopio óptico al microscopio electrónico.</li> <li>- Morfología celular. Estructura y función de los orgánulos celulares. Modelos de organización en procariotas y eucariotas.</li> <li>- Las fermentaciones y sus aplicaciones.</li> </ul>

<b>2º BACHILLERATO (Biología)</b>		
	<i>REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</i>	<i>REAL DECRETO 1105/2014 (LOMCE)</i>
<b>CONTENIDOS</b> (Continuación)	<p>- La quimiosíntesis.</p> <p>- Planificación y realización de investigaciones o estudios prácticos sobre problemas relacionados con las funciones celulares.</p> <p><b>Bloque 4. <u>El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones</u></b></p> <p>- Estudio de la diversidad de microorganismos. Sus formas de vida. Bacterias y virus.</p> <p>- Interacciones con otros seres vivos. Intervención de los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos. Los microorganismos y las enfermedades infecciosas.</p> <p>- Introducción experimental a los métodos de estudio y cultivo de los microorganismos.</p> <p>- Utilización de los microorganismos en los procesos industriales. Importancia social y económica.</p>	<p>- La fotosíntesis: localización celular en procariotas y eucariotas.</p> <p>- La quimiosíntesis.</p> <p><b>Bloque 4. <u>El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología</u></b></p> <p>- Microbiología. Concepto de microorganismo. Microorganismos con organización celular y sin organización celular. Bacterias. Virus. Otras formas acelulares: Partículas infectivas subvirales. Hongos microscópicos. Protozoos. Algas microscópicas.</p> <p>- Métodos de estudio de los microorganismos. Esterilización y Pasteurización.</p> <p>- Los microorganismos como agentes productores de enfermedades.</p> <p>- La Biotecnología. Utilización de los microorganismos en los procesos industriales: Productos elaborados por biotecnología.</p>
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<p><b>1.</b> Analizar el carácter abierto de la biología mediante el estudio de interpretaciones e hipótesis sobre algunos conceptos básicos como la composición celular de los organismos, origen de la vida, etc., valorando los cambios producidos a lo largo del tiempo y la influencia del contexto histórico en su desarrollo como ciencia.</p>	<p><b>Bloque 2. <u>La célula viva. Morfología, estructura y fisiología celular</u></b></p> <p>1. Establecer las diferencias estructurales y de composición entre células procariotas y eucariotas.</p> <p>9. Diferenciar la vía aerobia de la anaerobia.</p> <p>10. Pormenorizar los diferentes procesos que tienen lugar en cada fase de la fotosíntesis</p> <p>11. y 12. Justificar la importancia biológica de la fotosíntesis y la quimiosíntesis como proceso de biosíntesis.</p>

<b>2º BACHILLERATO (Biología)</b>		
	<i>REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</i>	<i>REAL DECRETO 1105/2014 (LOMCE)</i>
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b> (Continuación)	<p><b>2.</b> <i>Diseñar y realizar investigaciones contemplando algunas características esenciales del trabajo científico: planteamiento preciso del problema, formulación de hipótesis contrastables, diseño y realización de experiencias y análisis y comunicación de resultados.</i></p> <p><b>4.</b> <i>Explicar la teoría celular y su importancia en el desarrollo de la biología, y los modelos de organización celular procariota y eucariota -animal y vegetal-, identificar sus orgánulos y describir su función.</i></p> <p><b>8.</b> <i>Explicar las características estructurales y funcionales de los microorganismos, resaltando sus relaciones con otros seres vivos, su función en los ciclos biogeoquímicos, valorando las aplicaciones de la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente, así como el poder patógeno de algunos de ellos y su intervención en la enfermedades infecciosas.</i></p>	<p><b>Bloque 4. <u>El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología</u></b></p> <p>1. <i>Diferenciar y distinguir los tipos de microorganismos en función de su organización celular.</i></p> <p>2. <i>Describir las características estructurales y funcionales de los distintos grupos de microorganismos.</i></p> <p>3. <i>Identificar los métodos de aislamiento, cultivo y esterilización de los microorganismos.</i></p> <p>4. <i>Valora la importancia de los microorganismos en los ciclos geoquímicos.</i></p> <p>5. <i>Reconocer las enfermedades más frecuentes transmitidas por los microorganismos y utilizar el vocabulario adecuado relacionado con ellas.</i></p> <p>6. <i>Evaluar las aplicaciones de la biotecnología y la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente.</i></p>
<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>	NO ESPECIFICADOS	<p><b>Bloque 2. <u>La célula viva. Morfología, estructura y fisiología celular</u></b></p> <p>1.1. <i>Compara una célula procariota con una eucariota, identificando los orgánulos citoplasmáticos presentes en ellas.</i></p> <p>9.2. <i>Valora la importancia de las fermentaciones en numerosos procesos industriales reconociendo sus aplicaciones.</i></p> <p>10.1. <i>Identifica y clasifica los distintos tipos de organismos fotosintéticos.</i></p>

<b>2º BACHILLERATO (Biología)</b>		
	<i>REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</i>	<i>REAL DECRETO 1105/2014 (LOMCE)</i>
<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b> (Continuación)	NO ESPECIFICADOS	<p>11.1. y 12.1. <i>Contrasta la importancia biológica de la fotosíntesis y quimiosíntesis para el mantenimiento de la vida en la Tierra.</i></p> <p><b>Bloque 4. <u>El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología</u></b></p> <p>1.1. <i>Clasifica los microorganismos en el grupo taxonómico al que pertenecen.</i></p> <p>2.1. <i>Analiza la estructura y composición de los distintos microorganismos, relacionándolas con su función.</i></p> <p>3.1. <i>Describe técnicas instrumentales que permiten el aislamiento, cultivo y estudio de los microorganismos para la experimentación biológica.</i></p> <p>4.1. <i>Reconoce y explica el papel fundamental de los microorganismos en los ciclos geoquímicos.</i></p> <p>5.1. <i>Relaciona los microorganismos patógenos más frecuentes con las enfermedades que originan.</i></p> <p>5.2. <i>Analiza la intervención de los microorganismos en numerosos procesos naturales e industriales y sus numerosas aplicaciones.</i></p> <p>6.1. <i>Reconoce e identifica los diferentes tipos de microorganismos implicados en procesos fermentativos de interés industrial.</i></p> <p>6.2. <i>Valora las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética en la obtención de productos farmacéuticos, en medicina y en biorremediación para el mantenimiento y mejora del medio ambiente.</i></p>

**Tabla 5.** Elementos curriculares, existentes en los *Reales Decretos* de la LOE y la LOMCE, de la asignatura de Biología de 2º de Bachillerato.

<b>2º BACHILLERATO (Biología)</b>	
<i>ORDEN de 5 de agosto de 2008 - Comunidad de Andalucía (LOE)</i>	
<b>OBJETIVOS</b>	<p><b>1.</b> <i>Profundizar y ampliar los conocimientos adquiridos en Biología y Geología de primer curso.</i></p> <p><b>2.</b> <i>Mostrar una visión de la ciencia como resultado de un proceso continuo de construcción y revisión de conocimientos, poniéndose de manifiesto con total claridad las relaciones que existen entre ciencia, tecnología y sociedad.</i></p> <p><b>3.</b> <i>Proporcionar al alumnado una formación básica que le permita iniciar estudios superiores relacionados con los ámbitos científicos y de la salud o prepararse para ciclos formativos de grado superior de tipo sanitario, pesquero, agrario, etc.</i></p> <p><b>4.</b> <i>Proporcionar al alumnado modos de pensamiento, estrategias de análisis y resolución de situaciones problemáticas, cuya utilidad va más allá del ámbito académico, pues pueden resultarles necesarias en múltiples aspectos de su vida.</i></p>
<b>CONTENIDOS</b>	<p><b>Bloque 2.</b> <u><i>¿Cómo son y cómo funcionan las células? Organización y fisiología celular</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Se trata de profundizar en el estudio morfológico de las células, incorporando conocimientos aportados por la microscopía electrónica.</i></li> <li>- <i>Es importante hacer una comparación entre las fermentaciones y la respiración aerobia, desde el punto de vista de su balance energético y el resultado final de cada proceso.</i></li> <li>- <i>Destacar el papel que desempeña la quimiosíntesis en los ciclos de la materia y su función en los ecosistemas no dependientes de luz.</i></li> </ul> <p><b>Bloque 4.</b> <u><i>¿Cómo son y cómo funcionan los microorganismos? Microbiología</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Se deben establecer criterios sencillos que permitan diferenciar los diferentes grupos de microorganismos.</i></li> <li>- <i>Al estudiar el mundo bacteriano se debe destacar la sencillez estructural de las bacterias y su diversidad metabólica, distinguiendo dentro de este reino dos grupos claramente diferenciados, eubacterias y arqueas, caracterizadas estas últimas por su peculiaridades bioquímicas y su forma de vida extremófila.</i></li> <li>- <i>En el estudio de los virus hay que señalar las principales características estructurales de este grupo de microorganismos y sus ciclos reproductivos, debatir si son seres vivos o no y su origen evolutivo.</i></li> <li>- <i>Debe ponerse de manifiesto el papel de virus y bacterias como agentes infecciosos y destacar el papel fundamental de las bacterias en el funcionamiento de los ecosistemas y en la evolución de la vida en nuestro planeta.</i></li> <li>- <i>Es importante resaltar la importancia de los microorganismos en la investigación, en los procesos industriales y en el desarrollo de la biotecnología y sus aplicaciones.</i></li> </ul>
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<p>NO ESPECIFICADOS</p> <p>SE MANTIENEN LOS DEL REAL DECRETO 1467/2007 (LOE)</p>

**Tabla 6.** Elementos curriculares, existentes en la Orden de la Comunidad de Andalucía basada en la LOE, de la asignatura de Biología de 2º de Bachillerato.

Con el afán de dar una mayor coherencia a este trabajo, en el apartado 5 (Propuesta Didáctica) se diseñarán actividades relacionadas con los microorganismos que consideren diversos elementos curriculares con el objetivo de desarrollar diferentes trabajos prácticos. Se desarrollarán propuestas experimentales de tipo investigativo que se fundamentarán en una metodología cuyo eje principal sea la indagación (IBSE). No se considerarán la totalidad de los elementos curriculares debido a la limitación de extensión y de tiempo que se cuenta para la elaboración de este TFM.

### **3.1. Orientaciones metodológicas**

Una vez analizados los principales elementos curriculares de la LOE y la LOMCE se pretende encontrar, entre la legislación existente, orientaciones metodológicas que apoyasen la propuesta planteada en este TFM.

#### **3.1.1. LOE**

Según el *REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas* (MEC 2007), la Biología y Geología, y Biología de Bachillerato deben de promover una actitud investigadora basada en el análisis y la práctica de los procedimientos básicos del trabajo científico que han permitido el avance de la biología: planteamiento de problemas, formulación y contraste de hipótesis, diseño y desarrollo de experimentos, interpretación de resultados y desarrollo de experimentos, interpretación de los resultados, comunicación científica y manejo de fuentes de información.

Si nos centramos en la Comunidad Autónoma de Andalucía, observamos en la *ORDEN de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía* (CE, 2008), una serie de sugerencias sobre metodología y utilización de recursos para la asignatura de Biología. Considero que también se pueden aplicar perfectamente a la asignatura de Biología y Geología. Las sugerencias metodológicas que tendrían relevancia para nuestra propuesta serían:

- Realizar en el laboratorio distintos tipos de fermentaciones, lo que dará al alumnado la oportunidad de diseñar experiencias y trabajar distintos procedimientos.
- Estudiar fotografías al microscopio electrónico y la realización en el laboratorio de observaciones al microscopio óptico de diferentes microorganismos.
- Hacer en el laboratorio cultivos de algunos microorganismos, cuando sea posible.

- Analizar, a través de diferentes textos, la utilización de los microorganismos para obtener productos útiles al hombre.

### **3.1.2. LOMCE**

En la *Orden ECD/65/2015, de 21 de Enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria y el Bachillerato* (MEC, 2015), se especifica que:

“Las competencias clave deberán estar estrechamente vinculadas a los objetivos definidos para la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato. Esta vinculación favorece que la consecución de dichos objetivos a lo largo de la vida académica lleve implícito el desarrollo de las competencias clave, para que todas las personas puedan alcanzar su desarrollo personal y lograr una correcta incorporación en la sociedad.”

También que:

“Un enfoque metodológico basado en las competencias clave y en los resultados de aprendizaje conlleva importantes cambios en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje, cambios en la organización y en la cultura escolar;”.

Estos extractos legislativos dejan claro la necesidad y obligación por parte del docente de seguir trabajando las competencias durante el Bachillerato. Al igual que abren “la puerta” a la implantación de nuevas metodologías, ya que promulga la necesidad de introducir importantes cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar los resultados académicos de los alumnos.

En el ANEXO II de dicha *ORDEN* se exponen una serie de orientaciones para facilitar el desarrollo de estrategias metodológicas que permitan trabajar por competencias en el aula. Estas se pueden extrapolar perfectamente a la metodología propuesta en este TFM. Estas son:

- Las metodologías seleccionadas por los docentes para favorecer el desarrollo competencial del alumnado debe ajustarse al nivel competencial inicial de estos, e ir avanzando gradualmente hacia niveles más complejos.
- Despertar y mantener la motivación hacia el aprendizaje en el alumnado, lo que implica un nuevo planteamiento del papel del alumno, activo y autónomo, consciente de ser el responsable de su aprendizaje.
- Priorizar la utilización de metodologías activas y contextualizadas. Estas facilitarán al alumnado su participación e implicación y la adquisición y uso de

conocimientos en situaciones reales, las cuales serán las que generen aprendizajes más transferibles y duraderos.

- Las metodologías contextualizadas y que permiten el aprendizaje por proyectos, favorecen la participación activa y diversas capacidades científicas, como: experimentación, la reflexión, la crítica, la elaboración de hipótesis y la tarea investigadora.

## **4. Propuesta didáctica: ejemplos para 1º y 2º de Bachillerato**

En este último capítulo se presenta un detallado diseño de trabajos prácticos de acuerdo a una metodología IBSE para la enseñanza de Microbiología en Bachillerato. Debido a la apreciable extensión del currículo aplicable (ver capítulo 3) y las limitaciones temporales para la elaboración de este TFM, en esta propuesta didáctica solo se considera una porción de dicho currículo, resultando así una actividad para la asignatura de “Biología y Geología” de 1º de Bachillerato y dos para la asignatura de “Biología” de 2º de Bachillerato.

### **Trabajo Práctico 1 - Los Microorganismos, ¿son nuestros compañeros de vida? (1º Bachillerato)**

#### **Introducción**

Durante el transcurso de la Educación Secundaria Obligatoria los alumnos han estudiado diferentes contenidos biológicos, incluyendo un pequeño apartado dedicado a los microorganismos (por ejemplo, en Biología y Geología de 1º y 3º ESO, bloque 3-La diversidad en el planeta Tierra). Estos bloques de conocimientos estaban diseñados con la idea de que empezasen a conocer las bases de la microbiología: definición de microorganismo, diferencias entre una célula eucariota y procariota, conocer ciertas bacterias (infecciosas o beneficiosas)...; pero todo este conocimiento está enfocado desde el punto de vista teórico.

Por esto, en este trabajo práctico se pretende que lo descubran en primera persona, incluso que “vean” con sus propios ojos; es decir, que sean realmente conscientes, de la gran diversidad existente de microorganismos y la problemática existente a la hora de su clasificación.

#### **Descripción de la Actividad**

La descripción de cada actividad se organizará de acuerdo con el esquema de una secuencia IBSE descrita en el apartado 2.1.1. de esta memoria.

##### *Enfrentamiento del problema y formulación de hipótesis*

Esta actividad está desarrollada para que se trabaje en grupos de 5 alumnos. Estos grupos serán realizados por el propio alumnado. De esta forma se pretende hacer sentir a los alumnos como suya la investigación desde un primer momento, consiguiendo así una mayor implicación por su parte. Aunque es cierto que al adoptar este sistema nos arriesgamos a que los grupos salgan homogéneos, mientras que lo idóneo es que fuesen heterogéneos.

En esta primera fase se presentará el trabajo práctico al alumnado. Así el docente leerá en voz alta los objetivos específicos del mismo, así como los criterios de evaluación y calificación<sup>6</sup>.

Posteriormente, se procederá a presentar al alumnado la problemática de la indagación, para ello se les lanzará las siguientes preguntas, que lo discutirán en pequeño grupo y posteriormente se compartirá lo acordado en gran grupo:

¿Qué seres vivos hay en esta habitación? ¿Y si saliéramos al campo?

Probablemente, en primera instancia, harán referencias a seres vivos de gran tamaño como animales y plantas, quizás también a hongos. Si no se hace alusión a los microorganismos, se debe inducir con preguntas como ésta:

¿Puede haber seres vivos aquí mismo que no podamos ver? ¿Y si es así, por qué no lo vemos?

Una vez reconocida la presencia de “microorganismos”, posiblemente denominados como “microbios”, se podría continuar planteando varias preguntas que constituyen el verdadero problema a indagar por el alumnado.

- 1- ¿Son todos iguales y por tanto perteneciente a una única especie o podemos distinguir distintas especies?
- 2- ¿Cómo influyen en nuestra vida?
- 3- ¿Realmente estamos rodeados de ellos? ¿Cómo de abundantes son? Si estuvieran en nuestra propia piel, ¿serían fáciles de eliminar, por ejemplo, con un lavado de manos?

En cada grupo de alumnos se deberán discutir las posibles soluciones a este problema poniéndolas por escrito. De esta forma, adelantando unas primeras respuestas, formulan hipótesis<sup>7</sup>.

### Búsqueda de pruebas

En un primer momento buscarán en la red información que puedan utilizar como pruebas para confirmar o refutar sus hipótesis en relación con las cuestiones 1 y 2 del

---

<sup>6</sup> Se considera oportuno matizar esta cuestión antes del comienzo de la actividad para que cada alumno sepa cómo se construye la calificación que obtendrá al término de la actividad.

<sup>7</sup> Es importante que cada grupo tenga su cuaderno de prácticas y establezcan claramente sus hipótesis para el problema planteado. Y que a posteriori vayan anotando la información útil y tomando registro de las acciones clave en su proceso de indagación.

problema planteado (esta línea de trabajo quedará aparcada hasta el final de esta fase). Además, atendiendo al problema nº 3 se les solicitará que hagan un diseño experimental que les pueda ayudar a obtener pruebas que confirmen o refuten sus hipótesis. Así deberán buscar en la red información sobre cuestiones relacionadas con técnicas microbiológicas. Es decir, deberán documentarse sobre la realización de un cultivo bacteriano, la preparación *in vivo* de diversas muestras y la utilización del microscopio óptico.

Una vez planificados los diseños experimentales, serán leídos en voz alta por un portavoz de cada grupo y serán analizadas de forma crítica por el conjunto de la clase. El docente le facilitará un andamiaje suficiente para que no incurran en ninguna práctica que suponga un peligro para su salud o integridad física. Además, también realizará preguntas que ayuden al alumnado a cuestionarse sus diseños y puedan, razonadamente, mejorarlos. Es decir, les tratará de hacer reflexionar sobre los conocimientos que están trabajando y su relación con el experimento. Pero en ningún caso se realizará una corrección que implique que el profesor “solucione al completo” la cuestión.

**Por ejemplo:** Imagínense que un grupo le presenta un plan de trabajo a su profesor en el que pretenden hacer el cultivo bacteriano tomando una muestra de las manos y para el segundo sembrado post-limpieza especifican que las manos serán limpiadas solamente con agua. En este caso el docente podría lanzarle una pregunta como la siguiente: Cuándo es la hora de comer y vas a lavarte las manos, ¿solamente te las mojas?<sup>8</sup>

Todas las modificaciones surgidas de estas interacciones alumnado-alumnado, alumnado-profesorado, deberán ser anotadas en su cuaderno de prácticas. Antes de que cada grupo pueda comenzar con el desarrollo del trabajo experimental el docente les facilitará el material necesario. Este será:

**Materiales:** Placas de Petri con el medio de cultivo preparado (aprenderán a realizar un medio de cultivo en 2º de Bachillerato), bastoncillos, portaobjetos, cubreobjetos, aguja enmangada y un microscopio óptico<sup>9</sup>.

Las diversas superficies, de donde se tomarán las muestras para probar la existencia de microorganismos, serán seleccionadas por los alumnos. Se debe procurar, gracias a la fase de interacciones anteriormente descrita, que en estas muestras se incluyan la superficie de un fuet (que contiene levaduras y así, podrán

---

<sup>8</sup> Es decir, pueden entrar a refinar su hipótesis y experimentación probatoria, utilizando distintas técnicas de lavado de manos y así evaluar su eficacia.

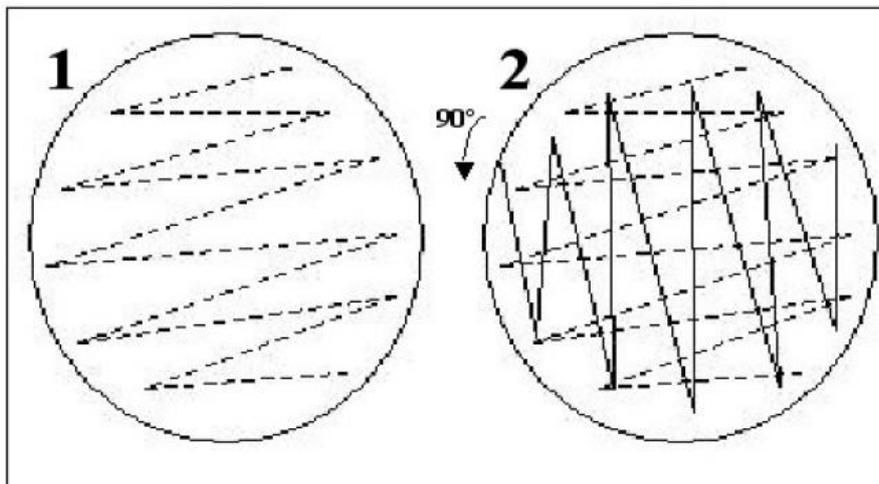
<sup>9</sup> Posteriormente se les proporcionará más material aquí no mencionado.

visualizar en el microscopio óptico tanto células eucariotas como células procariotas) y de las manos sin lavar y tras ser lavadas con jabón.

Idealmente, el diseño experimental del alumnado debería seguir un protocolo como el que aparece en la tabla 7.

FASES	DESARROLLO
1º	Pasar dos bastoncillo por cada una de las superficies que se quiere incluir en la investigación. Un bastoncillo con la superficie sucia y otro con la superficie limpia (toma de muestra)
2º	Sembrar cada muestra en dos placas de Petri distintas. Realizarlo por toda la superficie del medio de cultivo y en forma de estría (figura 7)
3º	Dejar crecer el cultivo a temperatura ambiente durante 48-72 horas.
4º	Observar las distintas formas de las colonias que han crecido.
5º	Tomar una muestra de las colonias con ayuda de una aguja enmangada y observarlas al microscopio óptico. Se observarán al "fresco", es decir, sin teñir ni fijar <sup>10</sup> .

**Tabla 7.** Fases ideales del diseño experimental correspondiente a este trabajo práctico.



**Figura 7.** Dibujo esquemático del recorrido que debe llevar el bastoncillo provisto de una colonia de bacterias (siembra en estrías) (López, 2011).

La siguiente fase será realizar el trabajo de laboratorio por grupos de acuerdo al plan establecido.

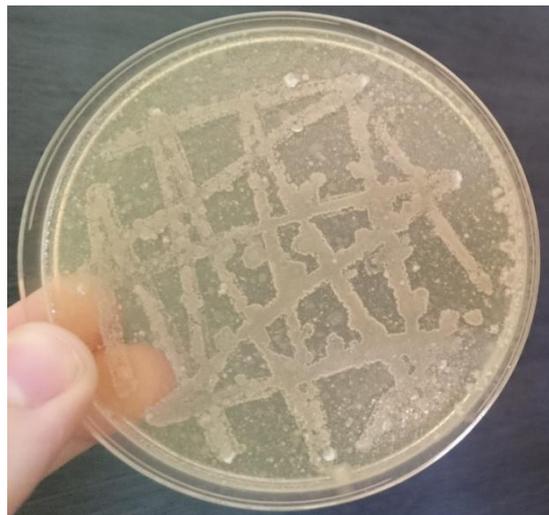
<sup>10</sup> En la visualización *in vivo* solo observarán las levaduras ya que las bacterias, debido a su pequeño tamaño, son transparentes cuando son visualizadas "al fresco". Una vez detectado esto por los alumnos, el docente les facilitará una muestra de bacterias fijada y teñida para que puedan visualizarla. Y así poder seguir buscando diferencias entre las células eucariotas y las células procariotas.

Análisis e interpretación de los resultados

En esta fase los alumnos deberán de analizar e interpretar los resultados obtenidos de la experimentación realizada. De haberla realizado correctamente se encontrarán con diversas placas de Petri donde han crecido diferentes microorganismos<sup>11</sup>. Por ejemplo, en la figura 8 hemos sembrado las levaduras presentes en la superficie de un fuet (células eucariotas) y en la figura 9 hemos sembrado las bacterias (células procariotas) presentes en nuestras manos antes de ser lavadas.



**Figura 8.** Cultivo de levaduras obtenidas de la superficie de un fuet. (elaboración propia)



**Figura 9.** Cultivo de bacterias obtenidas de la superficie de las manos sin previo lavado. (elaboración propia)

No nos podemos olvidar de las placas donde se realizó el sembrado de las superficies una vez lavadas. Por ejemplo, en la figura 10 podemos observar el cultivo bacteriano resultante del sembrado de una toma de muestra de una mano recién lavada<sup>12</sup>.

Una vez ha transcurrido el tiempo establecido para el crecimiento de los microorganismos lo que deberán hacer en primer lugar es observar detenidamente y anotar por escrito (cuaderno de prácticas) las diferentes morfologías que han formado todas las colonias resultantes. Y en segundo lugar, deberán de tomar muestras y

---

<sup>11</sup> El medio de cultivo se realizó con caldo de pollo caliente y agar-agar, dejándolo reposar 24h. para que solidifique. La siembra se realizó en estrías, dejando 48-72h. a temperatura ambiente para el crecimiento de los microorganismos.

<sup>12</sup> En este caso, la limpieza de manos se realizó con un jabón casero y posteriormente con agua oxigenada ( $H_2O_2$ ) de cara a obtener óptimos resultados en cuanto a disminución de la carga bacteriana. Puede resultar muy interesante en la discusión, el que el alumnado haya considerado diferentes productos, intensidades de lavado pudiendo comparar los resultados.



**Figura 10.** Cultivo de bacterias obtenidas de las manos justo tras sus lavado con jabón y (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).  
(elaboración propia)

visualizarlas *in vivo* (también visualizarán las muestras facilitadas por el docente). Para posteriormente, realizar un debate crítico tanto sobre las morfológicas de las colonias, como de las muestras observadas al microscopio óptico.

Para terminar, los integrantes de cada grupo deberán confirmar o refutar sus hipótesis iniciales utilizando los resultados desprendidos de todas las pruebas que han obtenido durante la indagación. En este momento también deben de utilizar la información encontrada en la red, para elaborar pruebas en relación a las cuestiones 1 y sobre todo 2 del problema planteado donde el trabajo experimental difícilmente, en el contexto escolar planteado, podrá aportar alguna prueba.

#### Comunicación de ideas

En esta fase, cada grupo comunicaría al aula sus hipótesis iniciales, el plan de trabajo seguido, las pruebas conseguidas y si sus hipótesis se confirman o refutan y establecer unas conclusiones que pueden incluir futuras actuaciones (establecer nuevos problemas, hipótesis que les den respuestas y diseños experimentales para comprobarlos). La finalidad de esta comunicación es también poder llevar a cabo un análisis crítico, de cada indagación, por cuenta de los propios alumnos. De esta forma, serían ellos mismos los que se darían cuenta de sus errores e intentarían buscarle una solución para no volver a cometerlos en un futuro.

Para finalizar la actividad, el docente le pedirá al alumnado que realicen una audio-guía o “podcast” en la que describan las distintas fases seguidas en su proceso indagatorio. Los alumnos deberán de aprender a sintetizar la información esencial y no divagar, ya que se les especificará que este audio dure como máximo 3 minutos. Cada grupo deberá

de realizar su propio audio, y una vez finalizado se colgará en la plataforma IVOOX<sup>13</sup> para darle una visibilidad, más allá del propio aula, al proyecto de indagación que han realizado y que todo aquel que desee escucharlo lo tenga a su disposición. Esto, entre otros beneficios, puede incrementar la motivación del alumnado y/o acercar a las familias a la realidad que viven sus hijas e hijos en el instituto.

### **Temporalización**

A continuación se muestra una temporalización orientativa para la realización de este trabajo práctico de tipo indagatorio. Se estima la necesidad de entre 4 y 7 clases, dependiendo estas del ritmo de trabajo marcado por los distintos grupos y que parte del trabajo se podría realizar en casa.

<b>SESIONES</b>	<b>DESARROLLO</b>
1º	Realización de los grupos de trabajo Presentación del trabajo práctico (lectura de los objetivos específicos y criterios de evaluación y calificación) Presentación de la problemática de la indagación y formulación de las hipótesis (30 minutos -el resto del tiempo se puede dedicar a otros contenidos y actividades-)
2º	Búsqueda de información sobre cuestiones relacionadas con técnicas microbiológicas (35 min -se podría realizar como trabajo de casa-) Realización del plan de trabajo para llevar a cabo un diseño experimental (25 min)
3º	(Continuación) Realización del plan de trabajo para llevar a cabo un diseño experimental (10 min) Debate crítico colectivo sobre los distintos diseños experimentales (20 min) Implementar el diseño experimental que se desarrolló en el plan de trabajo (30 min)
4º	Visualización de las distintas morfologías de las colonias (10 min) Preparación y visualización <i>in vivo</i> de diferentes muestras de las colonias resultantes (utilización del microscopio óptico) (30 min) Debate crítico sobre las observaciones realizadas al microscopio óptico. Hipótesis confirmadas o refutadas (20 min)
5º	Análisis de las pruebas y obtención de conclusiones (40 min) Realización del audio-guía o “podcast” (20 min)
6º	(Continuación) Realización del audio-guía o “podcast” y subida del mismo a la plataforma IVOOX

**Tabla 8.** Temporalización orientativas para el desarrollo de este trabajo práctico.

<sup>13</sup> <http://www.ivoox.com/>

**Elementos curriculares abordados por el trabajo práctico de tipo investigativo**

En este último apartado se pretende relacionar el trabajo indagatorio de tipo práctico desarrollado con los elementos curriculares presentes en él, para ello se analizará los objetivos generales y específicos, los contenidos generales y los específicos, las competencias, las sub-competencias de la competencia científica, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables.

Al ser una propuesta didáctica, a priori, para el curso 2015/2016 y tratarse de un trabajo práctico enfocado a 1º Bachillerato, se ha decidido tomar como referencia el *REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato* (MECD, 2015), de acuerdo con la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE); ya que este será el utilizado para dicho curso en todos los centros educativos.

OBJETIVOS GENERALES	OBJETIVOS ESPECÍFICO	CONTENIDOS GENERALES	CONTENIDOS ESPECÍFICOS
<p>1. <i>Profundizar en los conocimientos adquiridos en la ESO, tales como estrategias del método científico, el desarrollo de actitudes conducentes a la reflexión y el análisis sobre los grandes avances científicos de la actualidad, y conocer y utilizar las normas básicas de seguridad y uso del material de laboratorio.</i></p>	<p>Reconocer la presencia de microorganismos en nuestro entorno</p> <p>Usar adecuadamente técnicas de microbiología sencillas para el cultivo y observación de microorganismos</p> <p>Resolver un problema siguiendo una metodología científica</p>	<p>2. <u>La organización celular</u></p> <p>- <i>Modelos de organización celular: célula procariota y eucariota.</i></p> <p>- <i>Planificación y realización de prácticas de laboratorio.</i></p>	<p><u>Contenidos conceptuales</u></p> <p>Microorganismos: Tipos y distribución</p> <p>Técnicas de estudio de microorganismos</p> <p><u>Contenidos procedimentales</u></p> <p>Toma de muestras para cultivo microbiológico</p> <p>Preparación y siembra de cultivos microbiológicos</p> <p>Observación de microorganismos bajo microscopios ópticos</p> <p>Diseño experimental de acuerdo con una metodología científica</p> <p><u>Contenidos actitudinales</u></p> <p>La importancia de la higiene de manos para el mantenimiento de la salud</p>
COMPETENCIAS	SUB-COMPETENCIAS DE LA C. CIENTÍFICA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
<p>Comunicación lingüística</p> <p>Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología</p> <p>Competencia digital</p> <p>Aprender a aprender</p> <p>Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor</p>	<p>Evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas</p> <p>Explicar fenómenos científicamente</p> <p>Interpretar datos y pruebas científicamente</p>	<p>2. <u>La organización celular</u></p> <p>1. <i>Distinguir una célula procariota de una eucariota, analizando sus semejanzas y diferencias.</i></p>	<p>2. <u>La organización celular</u></p> <p>1.1. <i>Interpreta la célula como una unidad estructural, funcional y genética de los seres vivos.</i></p> <p>1.2. <i>Perfila células procariotas y eucariotas y nombra sus estructuras.</i></p>

**Tabla 9.** Elementos curriculares abordados por este trabajo práctico.

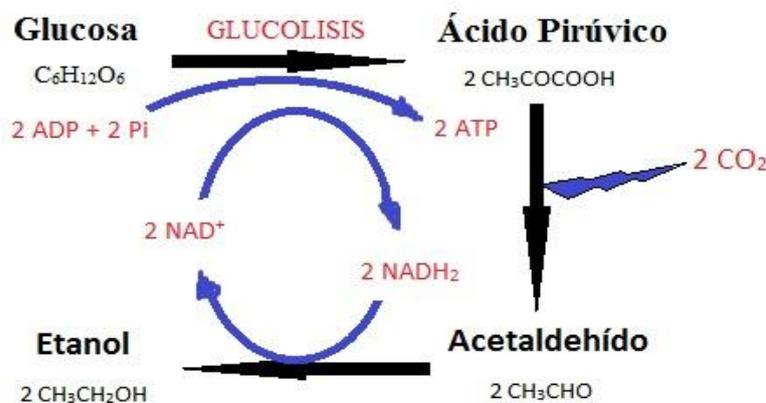
## Trabajo Práctico 2 - Levaduras, ¿Por qué son tan relevantes en nuestra vida? (2º Bachillerato)

### Introducción

Las levaduras son organismos eucarióticos unicelulares pertenecientes al reino de los hongos. Son los microorganismos más importantes y de mayor uso en la industria alimenticia, capaces de descomponer mediante fermentación diversos cuerpos orgánicos, principalmente azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. Sin ellos no tendríamos, por ejemplo, de pan, bizcochos... y bebidas alcohólicas como el vino, la sidra y la cerveza.

Uno de los contenidos que se imparten en la Educación Secundaria Obligatoria y en los que se profundiza en Bachillerato, son los procesos fermentativos de los azúcares.

Con el trabajo experimental, inserto en esta actividad indagatoria, no solo se busca que el alumnado observe la producción de dióxido de carbono sino que además relacionen esta consecuencia final con el catabolismo de azúcares, la glucólisis y el metabolismo anaeróbico del ácido pirúvico hasta la producción de etanol y el consecuente desprendimiento de dióxido de carbono (Fig. 11, fermentación alcohólica, Boronat y López, 2011).



**Figura 11.** Síntesis de la secuencia de reacciones químicas del proceso de fermentación alcohólica (Boronat y López, 2011)

### Descripción de la Actividad

La descripción de cada actividad se organizará de acuerdo con el esquema de una secuencia IBSE descrita en el apartado 2.1.1. de esta memoria.

Enfrentamiento del problema y formulación de hipótesis

Esta actividad se trabajará en grupos de 5 alumnos, en este caso, realizados por el docente para intentar buscar la mayor heterogeneidad posible.

En esta primera fase se presentará el trabajo práctico al alumnado, para ello el docente leerá en voz alta los objetivos específicos del mismo, así como los criterios de evaluación y calificación.<sup>14</sup>

Posteriormente, se procederá a presentar al alumnado la problemática sobre la que indagar; para ello se les lanzará las siguientes preguntas, que lo discutirán en pequeño grupo y posteriormente se compartirá lo acordado en gran grupo:

¿Conocéis algún ser vivo que se pueda utilizar para “cocinar” alimentos?

En primera instancia, probablemente indiquen que los seres vivos, a excepción de los humanos no cocinan. Si no surgen las levaduras se debería añadir preguntas como:

¿Hay algún ser vivo que transforme un producto en otro que utilices comúnmente como alimento?

Quizás se deba añadir, ¿algún ser vivo que a simple vista no lo veamos, en alimentos que son muy comunes?

Una vez caigan en la existencia de las levaduras, se podría continuar planteando varias preguntas que constituyen el verdadero problema a indagar por el alumnado.

Nos vamos a fijar en las levaduras...

1- ¿En la producción de qué alimentos intervienen la levadura? ¿Cuál crees que es la función que realiza la levadura en la elaboración, por ejemplo, de una magdalena? ¿Como ocurre el proceso?

2- Existen productos de cocina con el nombre de “levaduras” que realmente no están constituidos por estos microorganismos. ¿Funcionan igual que las levaduras?, ¿producen alimentos con las mismas características? ¿Qué diferencias conllevan con las levaduras “fresca” a la hora de la producción de CO<sub>2</sub>?

---

<sup>14</sup> Se considera oportuno matizar esta cuestión antes del comienzo de la actividad para que cada alumno sepa cómo se evaluará.

En cada grupo de alumnos se deberán discutir las posibles soluciones a este problema poniéndolas por escrito<sup>15</sup>. De esta forma, adelantando unas primeras respuestas, formulan hipótesis.

### Búsqueda de pruebas

En primer lugar buscarán en la red información que puedan utilizar como pruebas para confirmar o refutar sus hipótesis. Ésta irá en relación a la glucólisis, la fermentación alcohólica y la relación entre ambas (términos relacionados con las cuestión 1). Además, tendrán que realizar un diseño experimental que les pueda ayudar a obtener pruebas que confirmen o refuten sus hipótesis.

Una vez planificados los diseños experimentales, serán leídos en voz alta por un portavoz de cada grupo y serán analizados de forma crítica por el conjunto de la clase. El docente le facilitará un andamiaje suficiente para que no incurran en ninguna práctica que suponga un peligro para su salud o integridad física. Además, también realizará preguntas que ayuden al alumnado a cuestionarse sus diseños y puedan, razonadamente, mejorarlos. Es decir, les tratará de hacer reflexionar sobre los conocimientos que están trabajando y su relación con el experimento. Pero en ningún caso se realizará una corrección que implique que el profesor “solucione al completo” el problema.

**Por ejemplo:** Un grupo le presenta un plan de trabajo en el que no han tenido en consideración la temperatura del agua. Pues el docente podría plantearle la siguiente pregunta: ¿Cuando tus padres cocinan un bizcocho donde lo hacen en el frigorífico o en el horno? o ¿Dará igual utilizar agua a temperatura ambiente, calentada previamente, o proveniente del frigorífico?. Con estas preguntas queremos aludir a que si el agua utilizada en el experimento es de temperatura más elevada, la reacción será más rápida que si está a una temperatura más baja. Pero los alumnos deben de ser capaces de plantear esta variable por sí mismos. Aún así sería muy interesante que se plantearan experimentos con distinta temperatura para averiguar su efecto como variable.

Todas las modificaciones surgidas de estas interacciones alumnado-alumnado, alumnado-profesorado, deberán ser anotadas en su cuaderno de prácticas. Antes de que cada grupo pueda comenzar con el desarrollo del trabajo experimental el docente les facilitará el material necesario. Este será:

---

<sup>15</sup> Es importante que cada grupo tenga su cuaderno de prácticas y establezcan claramente sus hipótesis. Y que a posteriori vayan anotando la información útil y tomando registro de las acciones clave en su proceso de indagación.

**Materiales:** Distintos tipos de levadura (“fresca” y “química”)<sup>16</sup>, agua, azúcar y/o harina de trigo, un recipiente pequeño y otro grande, una botella de plástico, un globo y una goma elástica.

Idealmente, el diseño experimental del alumnado debería seguir un protocolo como el que aparece en la tabla 10.

FASES	DESARROLLO
1°	Mezclar en el recipiente pequeño: levadura fresca, agua caliente y harina de trigo y/o azúcar (para una producción máxima de gases, las proporciones de estos alimentos deben de ser iguales)
2°	Remover hasta homogeneizar la mezcla e introducirla en la botella
3°	Tapar la boquilla de la botella con un globo de plástico y sujetarlo con una goma elásticas para que no se suelte.
4°	Esperar 10-15 minutos y el globo se empezará a inflar
5°	Si se desea agilizar el proceso introducir la botella en un recipiente grande con agua caliente. El globo se hinchará en menos tiempo (5 minutos)
6°	Repetir el experimento sustituyendo la levadura “fresca” por levadura “química”

**Tabla 10.** Fases ideales del diseño experimental correspondiente a este trabajo práctico.

La siguiente fase será realizar el trabajo de laboratorio por grupos de acuerdo al plan establecido.

#### Análisis e interpretación de los resultados

En esta fase los alumnos deberán de analizar e interpretar los resultados obtenidos en la experimentación realizada. De haberla realizado en condiciones óptimas<sup>17</sup> se encontrarán con un globo hinchado en ambos casos. Con la levadura “fresca” (figura 12) el globo se inflará menos que con la levadura “química” (figura 13), pero en ambos casos aumentará de volumen del globo.

---

<sup>16</sup> Se entiende por levadura “fresca”, levadura de panadería refrigerada (posible marca comercial: LEVANOVA). Y por levadura “química”, gasificantes (posible marca comercial: ROYAL).

<sup>17</sup> Para el ejemplo se mezclaron proporciones iguales de agua previamente calentada, harina de trigo y levadura (“química” o “fresca”) y además se le añadió una cucharada pequeña de azúcar. Posteriormente, se introdujo la botella con esta mezcla en un recipiente con agua caliente para acelerar la producción de gas.



**Figura 12.** Experimento con levadura fresca  
(elaboración propia)



**Figura 13.** Experimento con “levadura química”  
(elaboración propia)

Para terminar, los integrantes de cada grupo deberán confirmar o refutar sus hipótesis iniciales utilizando los resultados desprendidos del experimento realizado durante la indagación. En este momento también deben de utilizar la información encontrada en la red, para elaborar pruebas en relación a la cuestión 1 del problema planteado donde el trabajo experimental difícilmente, en el contexto escolar planteado, podrá aportar alguna prueba.

### Comunicación de ideas

En esta fase, cada grupo comunicaría al aula sus hipótesis iniciales, el plan de trabajo seguido, las pruebas conseguidas y si sus hipótesis se confirman o refutan. Además establecería unas conclusiones que pueden incluir futuras actuaciones (establecer nuevos problemas, hipótesis que les den respuesta y diseños experimentales para comprobarlos). La finalidad de esta comunicación es poder llevar a cabo un análisis crítico, de cada indagación, por cuenta de los propios alumnos. De esta forma, serían ellos mismos los que se darían cuenta de sus errores e intentarían buscarle una solución para no volver a cometerlos en un futuro.

Para finalizar la actividad, el docente les pedirá a los alumnos que realicen un video en el que se pueda ver las distintas fases seguidas en su proceso indagatorio. Este vídeo

debe de durar solamente 2 minutos, para obligarles a sintetizar y evitar que divaguen. Una vez acabados los videos serán subidos a la plataforma YouTube<sup>18</sup> para darle una visibilidad, más allá del propio aula, al proyecto de indagación que han realizado. Esto, entre otros beneficios, puede incrementar la motivación del alumnado y/o acercar a las familias a la realidad que viven sus hijas e hijos en el instituto.

### **Temporalización**

A continuación se muestra una temporalización orientativa para la realización de este trabajo práctico de tipo indagatorio. Se estima la necesidad de entre 4 y 7 clases, dependiendo estas del ritmo de trabajo marcado por los distintos grupos y que parte del trabajo se podría realizar en casa.

<b>SESIONES</b>	<b>DESARROLLO</b>
1º	Realización de los grupos de trabajo Presentación del trabajo práctico (lectura de los objetivos específicos y criterios de evaluación y calificación) Presentación de la problemática de la indagación y formulación de hipótesis (30 minutos -el resto de tiempo se puede dedicar a otros contenidos y actividades-)
2º	Búsqueda de información sobre cuestiones relacionadas con la cuestión 1 (40 min -se podría realizar como trabajo de casa-) Realización del plan de trabajo para llevar a cabo un diseño experimental (20 min)
3º	(Continuación) Realización del plan de trabajo para llevar a cabo un diseño experimental (25 min) Debate crítico colectivo sobre los distintos diseños experimentales (35 min)
4º	Implementar el diseño experimental que se desarrolló en el plan de trabajo (40 min) Debate crítico de los resultados observados. Hipótesis confirmada o refutada (20 min)
5º	Análisis de las pruebas y obtención de conclusiones. (40 min) Realización del video (20 min)
6º	(Continuación) Realización del video y subida del mismo a la plataforma YouTube (se podría realizar como trabajo de casa)

**Tabla 11.** Temporalización orientativas para el desarrollo de este trabajo práctico.

<sup>18</sup> <https://www.youtube.com/?hl=es&gl=ES>

**Elementos curriculares abordados por el trabajo práctico de tipo investigativo**

En este último apartado se pretende relacionar el trabajo práctico desarrollado con los elementos curriculares presentes en él, para ello se analizará los objetivos generales y específicos, los contenidos generales y los específicos, las competencias, las sub-competencias de la competencia científica y los criterios de evaluación.

Al ser una propuesta didáctica, a priori, para el curso 2015/2016 y tratarse de un trabajo práctico enfocado a 2º Bachillerato, se ha decidido tomar como referencia el REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas (MEC, 2007), de acuerdo con la Ley Orgánica de Educación (LOE); ya que este será el utilizado para dicho curso en todos los centros educativos.

OBJETIVOS GENERALES	OBJETIVOS ESPECÍFICO	CONTENIDOS GENERALES	CONTENIDOS ESPECÍFICOS
<p><b>4.</b> Conocer y aplicar las estrategias características de la investigación científica (plantear problemas, emitir y contrastar hipótesis, planificar diseños experimentales, etc.) para realizar pequeñas investigaciones y explorar situaciones y fenómenos en este ámbito.</p> <p><b>8.</b> Analizar las características de los microorganismos, su intervención en numerosos procesos naturales e industriales y las numerosas aplicaciones industriales de la microbiología.</p>	<p>Reconocer la importancia de las levaduras en nuestro entorno</p> <p>Resolver un problema siguiendo una metodología científica</p> <p>Usar correctamente fuentes de información existentes en la web</p>	<p><b>2.</b> <u>Morfología, estructura y funciones celulares</u></p> <p>- Aplicaciones de las fermentaciones</p> <p><b>4.</b> <u>El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones</u></p> <p>- Utilización de los microorganismos en los procesos industriales..</p>	<p><b><u>Contenidos conceptuales</u></b></p> <p>Glucolisis y fermentación alcohólica</p> <p>Alimentos producidos por fermentaciones</p> <p><b><u>Contenidos procedimentales</u></b></p> <p>Diseño experimental de acuerdo con una metodología científica</p>
COMPETENCIAS	SUB-COMPETENCIAS DE LA C. CIENTÍFICA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
<p>Competencia en comunicación lingüística</p> <p>Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico</p> <p>Tratamiento de la información y competencia digital</p> <p>Competencia para aprender a aprender</p> <p>Autonomía personal</p>	<p>Evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas</p> <p>Explicar fenómenos científicamente</p> <p>Interpretar datos y pruebas científicamente</p>	<p><b>2.</b> Diseñar y realizar investigaciones contemplando algunas características esenciales del trabajo científico: planteamiento preciso del problema, formulación de hipótesis contrastables, diseño y realización de experiencias y análisis y comunicación de resultados.</p> <p><b>8.</b> Explicar las características estructurales y funcionales de los microorganismos, valorando las aplicaciones de la microbiología en la industria alimentaria.</p>	

**Tabla 12.** Elementos curriculares abordados por este trabajo práctico.

## **Trabajo Práctico 3 - Actividad antimicrobiana de los alimentos cotidianos (2º Bachillerato)**

### **Introducción**

Nos lavemos o no habitualmente, siempre vamos a tener alrededor de nuestro cuerpo y en su interior una gran cantidad de microorganismos. Que seamos incapaces de verlos a simple vista no quiere decir que no tengan repercusión en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, si le damos la mano a una persona que padece la gripe, y ésta anteriormente tosió cubriéndose la boca con la mano, posiblemente acabaríamos padeciendo esta enfermedad si nos encontramos en ese momento con el sistema inmune alterado. Este es un ejemplo muy sencillo y cotidiano elegido al azar entre otros tantos existentes, que ocurren diariamente sin darnos cuenta.

Para combatir un gran número de los microorganismos más comunes no hace falta recurrir siempre a medicamentos antibacterianos, sino que con la ingesta habitual de ciertos alimentos podemos impedir y/o combatir el crecimiento de muchos de ellos (García y Herrera, 2006; García y Herrera, 2007).

### **Descripción de la Actividad**

La descripción de cada actividad se organizará de acuerdo con el esquema de una secuencia IBSE descrita en el apartado 2.1.1. de esta memoria.

#### *Enfrentamiento del problema y formulación de hipótesis*

Esta actividad está desarrollada para que se trabaje en grupos de 5 alumnos, en este caso, la forma de realizar los grupos será mixta, es decir, 3 alumnos serán elegidos por el docente y los otros 2 serán elegidos por los tres establecidos previamente por el profesor. Con esto lo que se pretende es dotar a los grupos de la mayor heterogeneidad posible, pero sin despojar al alumnado de la sensación de formar su propio grupo. Logrando así una mayor implicación por parte de los alumnos en la investigación.

Esta primera fase se presentará el trabajo práctico al alumnado. Así el docente leerá en voz alta los objetivos específicos del mismo y los criterios de evaluación y clasificación<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Se considera oportuno matizar esta cuestión lo antes posible para que el alumnado sepa cómo se construye la calificación final que obtendrá.

Posteriormente, se procederá a presentar a los distintos grupos la problemática de la indagación, para ello se les lanzará las siguientes preguntas; en primer término lo discutirán en pequeño grupo y posteriormente se compartirá lo acordado en gran grupo:

¿Conoces alguna medicina alternativa a la tradicional? ¿En qué consiste esta?

¿Alguna vez te has tomado algún alimento para prevenir o curar una enfermedad?

El primer alimento que seguramente dirán será la naranja para curar el resfriado. Afirmación que aprovecharé para introducir otra pregunta:

Para que un alimento nos ayude a prevenir o curar una enfermedad, ¿por qué medios sería posible?

Probablemente, aquí respondan aludiendo a dos vías. Una referida a que ayudan a nuestro sistema inmune (esta no nos interesa para esta indagación), y la otra, al ataque directo de los alimentos sobre los microorganismos que darían lugar a la enfermedad o que ya la están provocando (esta es la propuesta de la indagación).

En este momento, se resaltaré la existencia de alimentos con actividad antimicrobiana. De no ser mencionado ningún alimento en concreto no nos preocuparemos porque dentro del desarrollo de la actividad deberán indagar en la red para averiguar de qué alimentos se trata.

1- ¿Qué alimentos presentan una actividad antimicrobiana?

2- ¿Realmente poseen esta propiedad? ¿Cómo de potente es? ¿Cuándo dejan de tener esta propiedad?

En cada grupo de alumnos se deberán discutir las posibles soluciones a este problema poniéndolas por escrito. De esta forma, adelantando unas primeras respuestas, formulan hipótesis<sup>20</sup>.

### Búsqueda de pruebas

En primer lugar buscarán en la red información que puedan utilizar como pruebas para confirmar o refutar sus hipótesis en relación con la cuestión 1 del problema planteado. Además, atendiendo a la cuestión nº 2 se les solicitará que hagan un diseño experimental que les pueda ayudar a obtener pruebas que confirmen o refuten sus

---

<sup>20</sup> Es importante que cada grupo tenga su cuaderno de prácticas y establezcan claramente sus hipótesis para el problema planteado. Y que a posteriori vayan anotando la información útil y tomando registro de las acciones clave en su proceso de indagación.

hipótesis. Así deberán buscar en la red información sobre cuestiones relacionadas con cultivos de microorganismos<sup>21</sup>.

Una vez planteados los diseños experimentales, serán leídos en voz alta por un portavoz de cada grupo y serán analizadas de forma crítica por el conjunto de la clase. El docente le facilitará un andamiaje suficiente para que no incurran en ninguna práctica que suponga un peligro para su salud o integridad física. Además, también realizará preguntas que ayuden al alumnado a cuestionarse sus diseños y puedan, razonadamente, mejorarlos. Es decir, les tratará de hacer reflexionar sobre los conocimientos que están trabajando y su relación con el experimento. Pero en ningún caso se realizará una corrección que implique que el profesor “solucione al completo” la cuestión.

***Por ejemplo:*** Un grupo le presenta un plan de trabajo en el que no han ideado ningún experimento para averiguar cuando cesa la actividad antimicrobiana de los alimentos, porque según ellos, no se les ocurre nada. Pues el docente podría plantearle la siguiente pregunta: ¿Cuando cocinamos no estamos alterando las propiedades de los alimentos? ¿Una patata cruda presentan las mismas características que una patata cocida? Con estas preguntas queremos aludir a que si el alimento de su experimento es cocinado las propiedades de este variarán.

Todas las modificaciones surgidas de estas interacciones alumnado-alumnado, alumnado-profesorado, deberán ser anotadas en su cuaderno de prácticas.

Habitualmente, antes de que cada grupo comience con el desarrollo del trabajo experimental el docente les facilita el material necesario, pero en este caso deben de averiguarlo por cuenta propia. Esta información se desprenderá de la indagación realizada en la red, con anterioridad, para intentar contestar los objetivos 1 y 2. Un ejemplo, de enlaces existentes en la red, donde podrían encontrar esta información sería<sup>22</sup>:

---

<sup>21</sup> Es fundamental que indaguen en la red en busca de la información necesaria para la realización de un cultivo bacteriano casero, ya que lo necesitarán como base del diseño experimental para ir probando la actividad antimicrobiana de diversos alimentos.

<sup>22</sup> Otra posibilidad, si se estima necesario, por ejemplo, por la limitación de tiempo, sería facilitar al alumnado este listado de urls.

OBJETIVO 1	OBJETIVO 2
<b>Los alimentos con propiedades antibacterianas</b> <a href="http://alimentosantibacterianos.blogspot.com.es/p/alimentos-antibacterianos.html">http://alimentosantibacterianos.blogspot.com.es/p/alimentos-antibacterianos.html</a>	<b>Microbiología en casa: agar de caldo de pollo - parte 1</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=miv7yxYA-4s">https://www.youtube.com/watch?v=miv7yxYA-4s</a>
<b>Los mejores alimentos antibacterianos</b> <a href="http://nuevaera.about.com/od/Sanacion/a/Los-Mejores-Alimentos-Antibacteriales.htm">http://nuevaera.about.com/od/Sanacion/a/Los-Mejores-Alimentos-Antibacteriales.htm</a>	<b>Microbiología en casa: agar de caldo de pollo - parte 2</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=1zYhRjtH8EM">https://www.youtube.com/watch?v=1zYhRjtH8EM</a>
<b>Antibióticos naturales</b> <a href="http://www.botanical-online.com/medicinalsantibioticosnaturales.htm">http://www.botanical-online.com/medicinalsantibioticosnaturales.htm</a>	<b>Cultivo de bacterias en clases</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8rFt9XZ9s7w">https://www.youtube.com/watch?v=8rFt9XZ9s7w</a>
<b>10 alimentos con propiedades antibacterianas</b> <a href="http://recetasveggie.com/10-alimentos-con-propiedades-antibacterianas/">http://recetasveggie.com/10-alimentos-con-propiedades-antibacterianas/</a>	<b>Experimentos caseros - Cultivo de bacterias</b> <a href="https://experimentoscaseros.wikispaces.com/Cultivo+de+Bacterias">https://experimentoscaseros.wikispaces.com/Cultivo+de+Bacterias</a>
<b>Alimentos con propiedad antibacteriana</b> <a href="http://www.primerahora.com/estilos-de-vida/moda/nota/alimentosconpropiedadantibacteriana-512555/">http://www.primerahora.com/estilos-de-vida/moda/nota/alimentosconpropiedadantibacteriana-512555/</a>	<b>Como preparar un medio de cultivo casero</b> <a href="https://doityourselfscience.wordpress.com/2011/04/1/como-preparar-un-medio-de-cultivo-casero/">https://doityourselfscience.wordpress.com/2011/04/1/como-preparar-un-medio-de-cultivo-casero/</a>

**Tabla 13.** Relación de páginas webs que podrían utilizar los alumnos para su indagación.

Idealmente, el diseño experimental del alumnado debería seguir un protocolo como el que aparece en la tabla 14.

FASES	DESARROLLO
1º	Calentar el caldo de pollo (mechero de alcohol) y añadir poco a poco el agar-agar mientras se remueve. Evitar la ebullición.
2º	Verter la mezcla en las placas Petri (facilitadas por el docente) o tupper <sup>23</sup> .
3º	Dejar enfriar 24 horas para que solidifique.
4º	Pasar un bastoncillo por la palma de la mano (toma de muestra)
5º	Sembrar por toda la superficie del agar en forma de estría (Figura 7)
6º	Poner en una placa de Petri o en un extremo del tupper un ajo crudo machacado y en otra placa o en el otro extremo del tupper un ajo previamente cocido durante 10 min. <sup>24</sup>
7º	Dejar crecer el cultivo a temperatura ambiente durante 48-72 horas.

**Tabla 14.** Fases ideales del diseño experimental correspondiente a este trabajo práctico.

La siguiente fase será realizar el trabajo de laboratorio por grupos según lo establecido.

<sup>23</sup> Si se decide realizar el experimento utilizando un tupper, este debe ser previamente esterilizado. Para ello verteremos un poco de agua en su interior, lo taparemos, y lo introduciremos en el microondas hasta que el agua hierva. Este sistema no es, ni mucho menos, un buen sistema de esterilización, pero si puede ser un remedio casero a tener en cuenta.

<sup>24</sup> Sería aconsejable sembrar una placa de Petri o tupper que sirva de blanco, es decir, en el que se deje crecer el cultivo bacteriano pero no se ponga ajo (ni crudo, ni cocido).

Análisis e interpretación de los resultados

En esta fase los alumnos deberán de analizar e interpretar los resultados obtenidos de la experimentación realizada. De haber seleccionado realmente un alimento antibacteriano (el ajo sería el apropiado) y haber realizado correctamente el experimento, nos encontraremos con una placa, con el ajo cocido, donde ha crecido el cultivo bacteriano por toda su superficie del medio (figura 14) y otra, con el ajo crudo machacado, donde podremos apreciar un halo de inhibición del crecimiento alrededor del ajo (figura 15) (López, 2011).



**Figura 14.** Experimento con ajo cocido  
(elaboración propia)



**Figura 15.** Experimento con ajo fresco  
(elaboración propia)

Además, también observaremos en la placa de Petri donde se ha realizado el blanco como ha crecido el cultivo bacteriano (figura 16). Este resultado les será de suma importancia, ya que les permitirá comparar la acción antimicrobiana del ajo cocido con un cultivo bacteriano inalterado. Si realizaron correctamente todos los pasos, deben de ver fácilmente que el ajo cocido ha perdido por completo su capacidad antimicrobiana.



**Figura 16.** Blanco de nuestro experimento (elaboración propia)

Para obtener las placas que se observan en las figuras 14, 15 y 16 se ha seguido las fases descritas en la tabla 14.

Una vez ha transcurrido el tiempo establecido para el crecimiento de los microorganismos lo que deberán de hacer es observar detenidamente y anotar por escrito (cuaderno de prácticas) dónde y cómo han crecido las diferentes colonias bacterianas. Para posteriormente, realizar un debate crítico sobre las observaciones realizadas.

Para terminar, los integrantes de cada grupo deberán confirmar o refutar sus hipótesis iniciales utilizando los resultados desprendidos de todas las pruebas que han obtenido durante la indagación.

### Comunicación de ideas

En esta fase, cada grupo comunicaría al aula sus hipótesis iniciales, el plan de trabajo seguido, las pruebas conseguidas y si sus hipótesis se confirman o refutan. También tendrá que establecer unas conclusiones que pueden incluir futuras actuaciones (establecer nuevos problemas, hipótesis que les den respuestas y diseños experimentales para comprobarlos). La finalidad de esta comunicación es también poder llevar a cabo un análisis crítico, de cada indagación, por cuenta de los propios alumnos. De esta forma, serían ellos mismos los que se darían cuenta de sus errores e intentarían buscarle una solución para no volver a cometerlos en un futuro.

Para finalizar la actividad, el docente le pedirá al alumnado que realicen de forma colectiva (toda la clase conjuntamente) un informe, apoyado en fotografías, en el que describan las distintas fases seguidas en su proceso indagatorio. Este informe no deberá tener una extensión superior a 3 páginas, ya que se busca que sean capaces de sintetizar la información esencial. Una vez finalizado se colgará en el blog de ciencias<sup>25</sup> del Instituto de Educación Secundaria en cuestión. Con esto se pretende que esta indagación llegue al mayor número de personas posible, incrementar la motivación del alumnado y/o acercar a las familias a la realidad que viven sus hijas e hijos en el instituto.

En las tres actividades planteadas se han propuesto el uso de herramientas TIC para la comunicación de los resultados. Además de las ventajas subrayadas, fomentan el desarrollo de la competencia digital (en terminología LOMCE), al familiarizar al estudiante, no solo con la mecánica concreta de cada una de las herramientas, sino con su lenguaje y filosofía.

---

<sup>25</sup> Ejemplo de plataforma de Blog: WordPress; Url: <https://es.wordpress.com/>

**Temporalización**

A continuación se muestra una temporalización orientativa para la realización de este trabajo práctico de tipo indagatorio. Se estima la necesidad de entre 5 y 7 clases, dependiendo estas del ritmo de trabajo marcado por los distintos grupos y que parte del trabajo se podría realizar en casa.

SESIONES	DESARROLLO
1º	Realización de los grupos de trabajo. Presentación del trabajo práctico (lectura de los objetivos específicos y criterios de evaluación y calificación) Presentación de la problemática de la indagación y formulación de las hipótesis (30 minutos -el resto del tiempo se puede dedicar a otros contenidos y actividades-)
2º	Búsqueda de información sobre cuestiones relacionadas con la cuestiones 1 y 2 (40 min -se podría realizar como trabajo de casa-) Realización del plan de trabajo para llevar a cabo un diseño experimental (20 min)
3º	(Continuación) Realización del plan de trabajo para llevar a cabo un diseño experimental (20 min) Implementar el diseño experimental que se desarrolló en el plan de trabajo (40 min)
4º	Visualización del crecimiento diferencial de las colonias (25 min) Debate crítico sobre lo observado. Hipótesis confirmadas o refutadas (35 min)
5º	Análisis de las pruebas y obtención de conclusiones (40 min) Realización del informe (20 min)
6º	(Continuación) Realización del informe y subida al blog de ciencia del I.E.S.

**Tabla 15.** Temporalización orientativas para el desarrollo de este trabajo práctico.

**Elementos curriculares abordados por el trabajo práctico de tipo investigativo**

En este último apartado se pretende relacionar el trabajo práctico desarrollado con los elementos curriculares presentes en él, para ello se analizará los objetivos generales y específicos, los contenidos generales y los específicos, las competencias, las sub-competencias de la competencia científica y los criterios de evaluación.

Al ser una propuesta didáctica, a priori, para el curso 2015/2016 y tratarse de un trabajo práctico enfocado a 2º Bachillerato, se ha decidido tomar como referencia el REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas (MEC, 2007), de acuerdo con la Ley Orgánica de Educación (LOE); ya que este será el utilizado para dicho curso en todos los centros educativos.

OBJETIVOS GENERALES	OBJETIVOS ESPECÍFICO	CONTENIDOS GENERALES	CONTENIDOS ESPECÍFICOS
<p><b>4.</b> Conocer y aplicar las estrategias características de la investigación científica (plantear problemas, emitir y contrastar hipótesis, planificar diseños experimentales, etc.) para realizar pequeñas investigaciones y explorar situaciones y fenómenos en este ámbito.</p> <p><b>8.</b> Analizar las características de los microorganismos, su intervención en numerosos procesos naturales .</p>	<p>Reconocer la presencia de alimentos con propiedades antimicrobianas</p> <p>Usar adecuadamente técnicas de microbiología sencillas para el cultivo de microorganismos</p> <p>Resolver un problema siguiendo una metodología científica</p>	<p><b>2.</b> <u>Morfología, estructura y funciones celulares</u></p> <p>- Planificación y realización de investigaciones o estudios prácticos sobre problemas relacionados con las funciones celulares.</p> <p><b>4.</b> <u>El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones</u></p> <p>- Interacciones con otros seres vivos.</p> <p>- Introducción experimental a los métodos de estudio y cultivo de los microorganismos.</p>	<p><b><u>Contenidos conceptuales</u></b></p> <p>Alimentos con propiedad antimicrobiana</p> <p>Técnicas de estudio de microorganismos</p> <p><b><u>Contenidos procedimentales</u></b></p> <p>Toma de muestras para cultivo microbiológico</p> <p>Preparación y siembra de cultivos microbiológicos</p> <p>Diseño experimental de acuerdo con una metodología científica</p> <p><b><u>Contenidos actitudinales</u></b></p> <p>La importancia de la alimentación para mejorar la salud</p>
COMPETENCIAS	SUB-COMPETENCIAS DE LA C. CIENTÍFICA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
<p>Competencia en comunicación lingüística</p> <p>Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico</p> <p>Tratamiento de la información y competencia digital</p> <p>Competencia para aprender a aprender</p> <p>Autonomía personal</p>	<p>Evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas</p> <p>Explicar fenómenos científicamente</p> <p>Interpretar datos y pruebas científicamente</p>	<p><b>2.</b> Diseñar y realizar investigaciones contemplando algunas características esenciales del trabajo científico: planteamiento preciso del problema, formulación de hipótesis contrastables, diseño y realización de experiencias y análisis y comunicación de resultados.</p> <p><b>8.</b> Explicar las características estructurales y funcionales de los microorganismos, resaltando sus relaciones con otros seres vivos y valorando las aplicaciones de la microbiología en la industria farmacéutica.</p>	

**Tabla 16.** Elementos curriculares abordados por este trabajo práctico.

## 5. Análisis de Libros de Texto

Se decidió incluir este capítulo en dicho Trabajo Fin de Máster debido al papel fundamental que adquieren los libros de texto en la enseñanza de las ciencias. Ya que por mucho que se intente “revolucionar” la enseñanza, en la mayoría de los casos los libros de texto siguen siendo, en todo el mundo, el medio primario para la transmisión de información y la guía utilizada por los docentes para impartir sus clases. Según *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS 2007) (citado por Devetak y Vogrinc, 2013), el profesorado invierte alrededor del 40% del tiempo dedicado a cada Unidad Didáctica a explicar directamente a través del libro de texto. Este porcentaje se puede ver incrementado si el docente se ve obligado a enseñar fuera de su campo de especialización. Otro motivo de suma importancia, es la necesidad de hacer ver a los docentes los problemas y limitaciones que pueden encontrar en los diferentes tipos de libros de texto. Ya que por lo general, los autores tienen libertad para desarrollar su propio enfoque a partir de las directrices generales detalladas por los Gobiernos y que toman forma en las legislaciones nacionales (Devetak y Vogrinc, 2013).

Ante la necesidad de tener que elegir un libro de texto como apoyo didáctico impulsada desde los propios centros educativos y sus órganos de gestión, se debiera realizar una evaluación sistemática de todos los disponibles en el mercado educativo. Para ello se puede diseñar una herramienta de análisis en la que aparezcan los criterios de calidad que se han considerado que debe cumplir el libro deseado. Estos criterios deben de ser establecidos conjuntamente por los docentes de un mismo departamento. Por lo general, ninguno de los libros existentes cubrirá todos los criterios de calidad establecidos, por lo que se deberá elegir el que mayor número de estos considere (Méndez, 2001).

Según Perales-Palacios y Vílchez (2012) los aspectos fundamentales a analizar son:

- Los aspectos formales (nº de páginas, tipo de papel y letra, porcentaje de imágenes respecto a texto escrito...).
- Los aspectos de fondo, a los cuales le otorga una mayor relevancia, (relación entre contenidos -conceptuales, procedimentales y actitudinales-, temas y bloques, metodología, tipos de actividades...)

Queda claro pues, que para realizar un análisis completo de los libros de texto educativos debemos de tener en cuenta una gran cantidad de variables. Este trabajo, dadas las limitaciones de tiempo, se centrará solamente en uno de los aspectos de fondo, la tipología de las actividades.

Los objetivos de este análisis son:

- ❖ Revisar la tipología de actividades presente en los libros de texto de Bachillerato en relación con los microorganismos, diferenciando las de carácter práctico.
- ❖ Clasificar las actividades prácticas de los libros de texto de Bachillerato en relación con los microorganismos en las que siguen un “modelo de receta” o más bien plantean una investigación.

## 5.1. Metodología

En relación con el marco legislativo, todos los libros de texto incluidos en este estudio están encuadrados en la LOE. Esto es debido a que a pesar de la inminente implantación de la LOMCE, en el momento de redacción de la presente memoria, los nuevos libros de texto acorde con la LOMCE, aún no están disponibles.

Para realizar este análisis hemos tomado una muestra de 10 libros de texto (Tablas 17 y 18), 5 de primero de Bachillerato (Biología y Geología) y 5 de segundo de Bachillerato (Biología).

1º BACHILLERATO (Biología y Geología)				
NOMBRE	EDITORIAL	AÑO	AUTORES	ISBN
Biología y Geología	Akal	2008	Almaraz, T., García, A., García-Mauriño, J.E., González, F.	978-84-460-2623-5
Biología y Geología	Anaya	2009	Plaza, C., Hernández, J., Martínez, J., Casamayor, C., Martínez-Aedo, J.J., Medina, F.J.	978-84-667-7301-0
Biología y Geología	Bruño	2008	Ferrer, N., García, M., Medina, M.	978-84-216-5971-7
Biología y Geología	Santillana	2008	Castillo, A., Meléndez, I., Madrid, M.A.	978-84-294-0977-2
Biología y Geología	Sm	2008	Pedrinaci, E., Gil, C., Gómez, J.M.	978-84-675-2515-1

**Tabla 17.** Libros de texto analizados de primero de Bachillerato (Biología y Geología).

2º BACHILLERATO (Biología)				
NOMBRE	EDITORIAL	AÑO	AUTORES	ISBN
Biología	Akal	2009	Espino, F.J., García, A., García-Múzquiz, J.E., Marquina, D., Santos, A.	978-84-460-2625-9
Biología	Anaya	2009	Plaza, C., Hernández, J., Martínez, J., Castro, P., Martínez-Aedo, J.J.	978-84-667-8257-9
Biología	Bruño	2009	Panadero, J.E., Olazábal, A., Lozano, A., Razquín, B., Argüello, J.A., Fuente, M.R.	978-84-216-6443-8
Biología 2	Santillana	2009	Jimeno, A., Ballesteros, M., Ugedo, L., Madrid, M.A.	978-84-294-0979-6
Biología 2	Sm	2009	Alcamí, J., Bastero, J.J., Fernández, B., Gómez, J.M., Méndez, M.J., Slöcker, J.	978-84-675-3471-9

**Tabla 18.** Libros de texto analizados de segundo de Bachillerato (Biología).

Los libros de texto han sido seleccionados en función de tres criterios fundamentales:

- El volumen de facturación de las editoriales<sup>26</sup>.
- La aceptación de estos en los centros de Educación Secundaria del contexto de este estudio<sup>27</sup>.
- La disponibilidad para consultarlos en la biblioteca de la Universidad de Granada (Facultad de Ciencias de la Educación).

## 5.2. Instrumentos

Para realizar un análisis de los diferentes tipos de actividades presentes en los libros de texto del ciclo educativo de Bachillerato en relación con los contenidos de microorganismos, se ha decidido utilizar, en parte, el instrumento establecido en Pardo (2004), añadiéndole una subdivisión más en cuenta a la diferenciación dentro de los trabajos prácticos; esta hace referencia a los modelos de receta y de investigación (Caamaño, 1992; Etxabe, 2001). Así, los instrumentos utilizados serían los que aparece en la tabla 19, donde se incluyen los 5 tipos de actividades a considerar, su definición y

<sup>26</sup> Información obtenida de un artículo periodístico, véase: <http://www.madridiario.es/noticia/410976/especiales/artes-graficas:-lideres-editoriales.html>

<sup>27</sup> Información desprendida de la entrevista realizada a los docentes del Departamento de Biología y Geología del I.E.S. Padre Manjón, durante mi periodo de prácticas.

su valoración y en la tabla 20, donde se hace lo propio con las actividades prácticas, clasificándolas en recetas o de investigación

TIPO DE ACTIVIDAD	DEFINICIÓN y VALORACIÓN
<p><b>RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN</b></p>	<p>Se trata de las actividades que trabajan con la información ya existente en el propio libro, comprobando la adquisición de conocimientos o simplemente localizando éstos en el texto para facilitar su aprendizaje.</p> <p>En principio son un tipo de actividades que desarrolla una escasa cantidad de las destrezas mentales típicas de las ciencias.</p> <p>Se orientan principalmente a labores de consolidación y refuerzo de conocimientos (retención de información), y favorecen poco la creatividad.</p>
<p><b>COMPRENSIÓN Y APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS</b></p>	<p>Son actividades que implican un trabajo de aplicación de conocimientos a situaciones nuevas.</p> <p>En ocasiones pueden requerir la realización de extrapolaciones y/o inferencias. Necesitan de la comprensión previa de la información y desarrollan un tipo de habilidad intelectual de gran importancia en el conocimiento científico.</p>
<p><b>ANÁLISIS</b></p>	<p>Este tipo de actividades implican tanto el análisis de información como el de procesos o fenómenos naturales observados o descritos en los libros.</p> <p>Favorecen el desarrollo de un mayor número de habilidades intelectuales, ya que precisan de la retención y organización de la información anteriormente adquirida, de la habilidad para buscar y constatar la información, y de la aplicación de nuevos conocimientos mediante su manejo.</p>
<p><b>SÍNTESIS</b></p>	<p>Estas actividades, además de cubrir las funciones generales de localizar y recordar información, aportan la posibilidad de relacionar los diferentes contenidos y organizarlos, por lo que tienen un interés extra para favorecer los aprendizajes.</p> <p>Sus potencialidades son la adquisición de información, la organización de ésta y, en menor medida, la elaboración de información.</p>
<p><b>TRABAJOS PRÁCTICOS</b></p>	<p>Suelen ser utilizadas como medio para ilustrar o comprobar experimentalmente muchos de los hechos y leyes científicas presentadas de forma teórica. Dicho de otra forma, es el lazo de unión entre el mundo real y el mundo abstracto de los conocimientos.</p> <p>A través de este tipo de actividades se puede desarrollar un acercamiento a métodos de trabajo y técnicas propias de la Microbiología.</p>

**Tabla 19.** Instrumento para analizar las actividades de los libros de texto basado en Pardo (2004) y Caamaño (1992).

TIPOS DE TRABAJOS PRÁCTICOS	DEFINICIÓN y VALORACIÓN
SEGÚN EL MODLEO DE RECETA	<p>Tipo de trabajo práctico donde los alumnos deben seguir una serie de pasos (guía) para la realización del experimento. En ningún momento pueden desviarse de la estructura inicialmente planteada.</p> <p>Algunas pueden incluir preguntas finales para asegurarse de que los alumnos han captado la fundamentación del proceso seguido durante la actividad.</p>
SEGÚN EL MODELO DE INVESTIGACIÓN	<p>Tipo de trabajo práctico donde los alumnos deben de responder al problema planteado por medio de la indagación. Para ello, realizarán los experimentos, hipótesis, procedimientos, mediciones... que ellos consideren necesarios y oportunos.</p> <p>La construcción del conocimiento por parte de los alumnos se realizará durante el desarrollo de la actividad. Por su parte, el docente adoptará dos papeles: Al principio el de mera guía del alumnado, y al final introduciendo conceptos para provocar que los alumnos reflexionen sobre sus conclusiones y se acerquen lo máximo posible a la realidad científica perseguida con la realización de este trabajo práctico</p>

**Tabla 20.** Instrumento para analizar los diferentes tipos de trabajos prácticos de los libros de texto basado en Etxabe (2001) y Caamaño (1992).

A la hora de aplicar este instrumento y clasificar las actividades presentes en los libros de texto debemos tener en cuenta que no todas son excluyentes; así una misma actividad podría pertenecer tanto a “recopilación de información” como a “síntesis”, o tanto a “comprensión y aplicación de conocimientos” como a “análisis”. Todas las demás combinaciones si resultarían excluyentes. En relación a los dos modelos existentes dentro del tipo “trabajos prácticos” siempre serán excluyentes uno del otro.

### 5.3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis se encuentran en la tabla 21, siendo 691 el total de actividades analizadas<sup>28</sup>, que representan el total de actividades presentes en relación con los microorganismos en los 10 libros analizados (tablas 17 y 18). En cuanto a la diferenciación por curso, las de 2º de Bachillerato están próximas a triplicar las de primero de Bachillerato (razón 2,6), lo cual se explica por el incremento de contenidos dedicados a la materia objeto de estudio de esta memoria, la microbiología.

<sup>28</sup> Número total de actividades analizadas sin considerar la dualidad tipológica que algunas de ellas podría tener. En la tabla 21 se expresa el total de las actividades teniendo en cuenta esta dualidad.

Cabe destacar que el tipo de actividad más usual es “recopilación de información” (68,8%), contrastando con la escasez de propuestas de “trabajos prácticos” (1,2%). Atendiendo al criterio de curso educativo, los resultados son similares. Entre las diferencias solo cabe mencionar que en segundo de Bachillerato hay un aumento del 2,5% en actividades tipo “análisis” en detrimento de “síntesis” y “trabajos prácticos” que bajan 1,4% y 1,0% respectivamente. Este ligero aumento de las actividades tipo “análisis” en detrimento de otras quizás se podría asociar a que en el último curso de la Educación Secundaria y a las puertas de la Universidad, se quiere dar una mayor relevancia al análisis de información, ya sea desprendida de noticias, otros libros, internet, fenómenos naturales...; se puede decir que la mayor utilización de esta habilidad cognitiva de orden superior facilitaría a los alumnos su introducción en el mundo universitario y adulto, ya que les será indispensable en cualquiera de estos dos ámbitos.

Centrándonos exclusivamente en los trabajos prácticos, se observa como en ninguno de los dos cursos pertenecientes al ciclo educativo de Bachillerato llega a alcanzar el 2% de las actividades totales. En cuanto a su clasificación, a pesar de que el número de actividades es muy bajo, se aprecia una tendencia de dominio de actividades prácticas según el modelo de receta, ya que tan solo una actividad del total (9) sigue el modelo de investigación<sup>29</sup>. Ciertamente es que la gran mayoría de las actividades del modelo de receta incluyen preguntas finales para que los alumnos reflexionen sobre lo que han realizado durante el transcurso de la misma, pero esto no es suficiente para clasificarlas como modelo de investigación ya que en todo momento son altamente directivas, señalando al alumnado los pasos a seguir.

Aunque el análisis realizado se circunscribe a un tópico concreto que ocupa un porcentaje pequeño del total del libro (12,5%), quizás en otros tópicos el patrón encontrado aquí sea similar: muy baja presencia de propuestas experimentales, y cuando están presentes corresponden a un modelo más próximo a la receta. Este déficit detectado en los libros de texto no fomenta entre los docentes a seguir una metodología basada en la indagación, en particular, una indagación que se apoye en el trabajo experimental.

---

<sup>29</sup> Consultar Anexo II para visualizar la transcripción de todos los trabajos prácticos existentes en los libros de texto analizados. Al igual que los resultados desprendidos del análisis de la tipología de actividades existente en cada libro de texto.

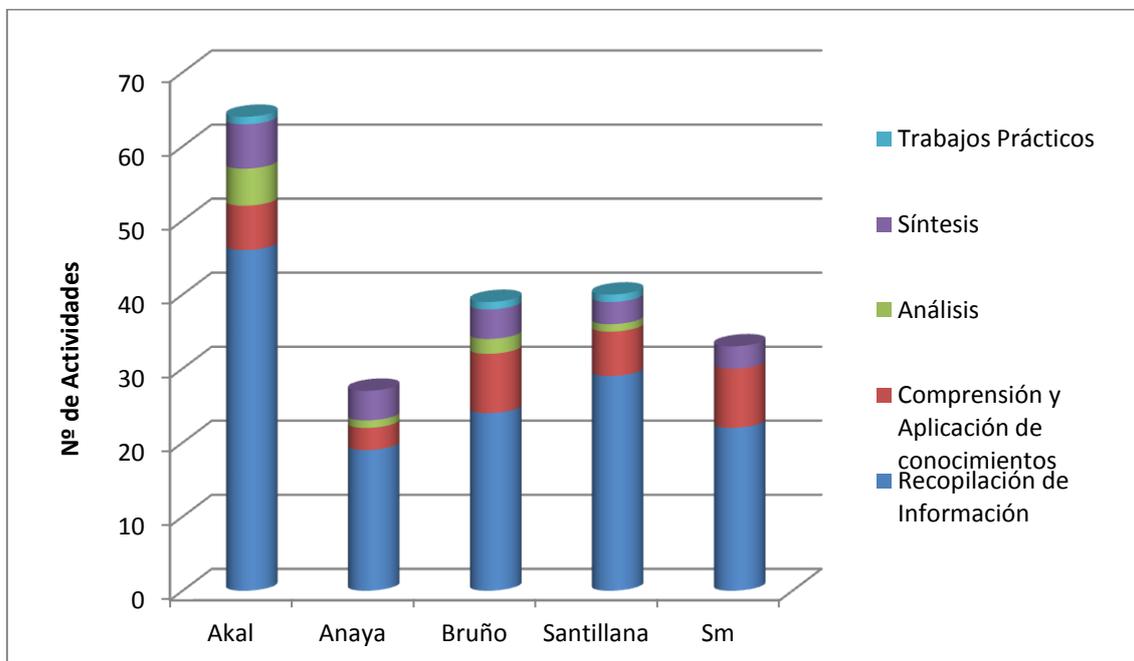
TIPO ACTIVIDAD	1º BACHILLERATO (Biología y Geología)		2º BACHILLERATO (Biología)		TOTALES	
	n	Porcentaje	n	Porcentaje	n	Porcentaje
	Recopilación de información	143	69,1%	372	68,8%	515
Comprensión y aplicación de conocimientos	31	15,0%	84	15,5%	115	15,4%
Análisis	9	4,3%	35	6,5%	44	5,9%
Síntesis	20	9,7%	45	8,3%	65	8,7%
Trabajos Prácticos	4	1,9%	5	0,9%	9	1,2%
Modelo de Receta	3	75,0%	5	100,0%	8	88,9%
Modelo de Investigación	1	25,0%	0	0,0%	1	11,1%
<b>TOTAL</b>	<b>207</b>	<b>100%</b>	<b>541</b>	<b>100%</b>	<b>748</b>	<b>100%</b>
<b>Nº DE LIBROS</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>10</b>	

**Tabla 21.** Resultado general de la clasificación de las actividades presentes en los libros de texto analizados.

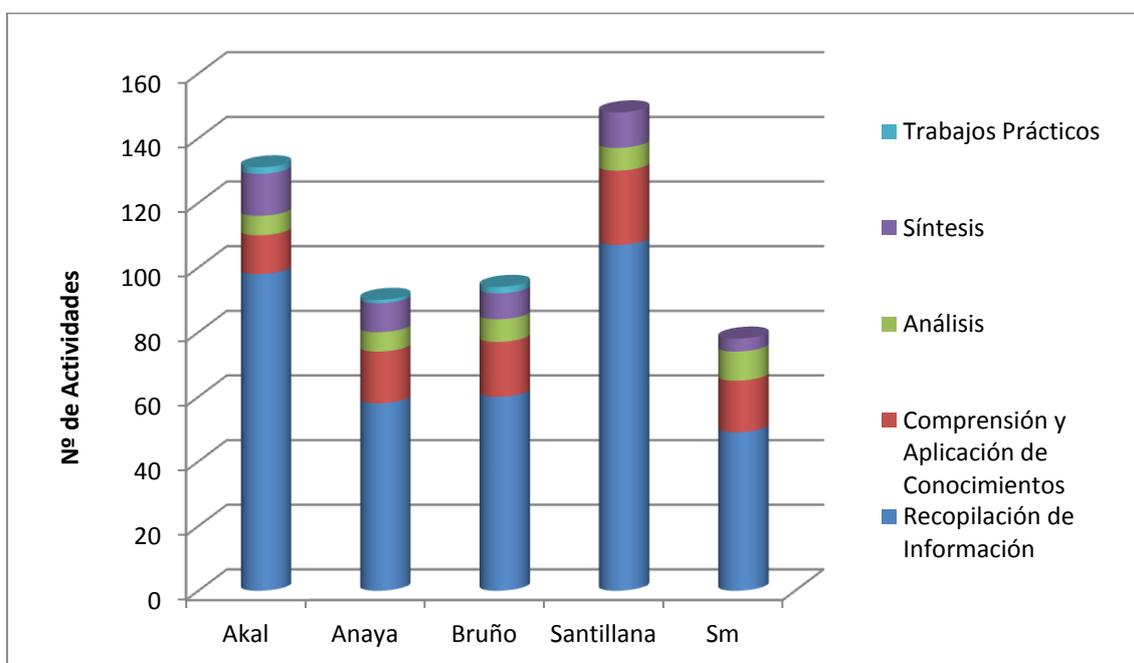
TIPO ACTIVIDAD	EDITORIALES									
	AKAL		ANAYA		BRUÑO		SANTILLANA		SM	
	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%
Recopilación de información	147	74,2	77	65,8	84	63,1	136	72,3	71	63,4
Comprensión y aplicación de conocimientos	18	9,1	19	16,2	25	18,8	29	15,4	24	21,4
Análisis	11	5,6	7	6	9	6,8	8	4,3	9	8
Síntesis	19	9,6	13	11,1	12	9	14	7,5	7	6,3
Trabajos Prácticos	3	1,5	1	0,9	3	2,3	1	0,5	1	0,9
Modelo de Receta	3	100	1	100	3	100	1	100	0	0
Modelo de Investigación	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
<b>TOTAL</b>	<b>198</b>	<b>100</b>	<b>117</b>	<b>100</b>	<b>133</b>	<b>100</b>	<b>188</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>100</b>

**Tabla 22.** Resultado de la clasificación de las actividades presentes en los libros en función de las editoriales.

En la tabla 22 y en las figuras 17 y 18 se puede ver el resultado del análisis atendiendo al criterio editorial (y no de curso como en la tabla 21). Hay que subrayar que en la tabla 22 cada editorial incluye los resultados del análisis de 2 libros (el de 1º y 2º de Bachillerato).



**Figura 17.** Resultado de la clasificación de las actividades presentes en los libros de 1º de Bachillerato en función de las editoriales.



**Figura 18.** Resultado de la clasificación de las actividades presentes en los libros de 2º de Bachillerato en función de las editoriales.

Si nos fijamos en el valor absoluto de actividades que presenta cada editorial, se observa como Anaya y Sm son las que menos presentan, mientras que Akal y Santillana disponen de un 40% más de actividades por tema. Se ha observado que esta diferencia se debe principalmente a que las editoriales con más actividades suelen introducirlas durante el desarrollo de la temática y también al final de la misma como consolidación. Sin embargo, las editoriales con un menor número de actividades tienden a aglomerarlas todas al final del tema, introduciendo solo algunas actividades puntuales durante el desarrollo de la unidad.

En relación a la tipología de las actividades se observa como en los extremos nos encontramos con Santilla (0,50%) y Bruño (2,30%) en relación con la presencia de trabajos prácticos. A este dato, habría que añadirle que Bruño es la editorial que presenta menor porcentaje de actividades tipo “recopilación de información” (63,1%) y que Santillana es la segunda que más presenta (72,3%). Por tanto, se podría decir que la editorial más recomendable en este aspecto, sería Bruño y la que menos Santillana. Sin embargo, esta cierta relación inversa entre actividades de tipo trabajo práctico y de “recopilación de información” no se aprecia claramente en el resto de editoriales. Así Akal sería la segunda con mayor porcentaje de trabajos prácticos (1,5%) y aún así es la que más actividades tipo “recopilación de información” posee (74,2%).

Para acabar este apartado se comparará el resultado obtenido con el estudio realizado en Pardo (2004). En este trabajo se realiza el análisis de la tipología de actividades en seis asignaturas de niveles educativos diferentes. Utilizaremos para la comparación la asignatura de Biología y Geología de 4º de la ESO, puesto que es el nivel inferior al ciclo educativo de Bachillerato. Además, el número de libros analizados (11) es muy próximo a los diez que se utilizaron en nuestro estudio.

Siendo 613 el total de actividades analizadas (tabla 23), se observa la misma tendencia en cuanto al tipo de actividad menos utilizada en los libros de texto, “trabajos prácticos” (3%). Aunque se observa un incremento de más del doble en relación con nuestro estudio (valor medio de 1,2%). En cuanto a la tipología más abundante nos encontramos con que no es “recopilación de información” (26%), como si lo era en nuestro caso (68,8%), sino “comprensión y aplicación de conocimientos” (36%). Sin embargo, esta tendencia se invierte al hablar del análisis conjunto de las 6 asignaturas, superando “recopilación de información” en un 1% a “comprensión y aplicación de conocimientos”. En relación a los otros dos tipos de actividades se podría decir que guardan una relación inversa, ya que en nuestro estudio “síntesis” es más abundante que “análisis” en un 2,8% y en Pardo (2004) sería “análisis” con un 5% más de presencia que “síntesis” .

Esta variación en el tipo de actividad más frecuente puede estar relacionada con el hecho que los libros de texto analizados en Pardo (2004) están en el marco de la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE), mientras que los utilizados para este estudio están fundamentados en la LOE. En general, en el cambio de ley educativa (LOGSE - LOE) todas las tipologías sufren un descenso, más o menos brusco, a favor de “recopilación de información” destacándola como el tipo de actividad más utilizada en los libros de texto. Otra variable a tener en consideración es comparar cursos diferentes pertenecientes a bloques educativos distintos.

Para finalizar, se puede destacar la evidencia de que los libros educativos fundamentados en la LOGSE y aún más en la LOE van dirigidos hacia un camino totalmente opuesto a la implantación, en nuestras aulas, de metodologías basadas en la indagación, como por ejemplo IBSE.

TIPO ACTIVIDAD	4º ESO (Biología y Geología)		TOTALES <sup>30</sup>	
	n	Porcentaje	n	Porcentaje
Recopilación de información	<b>158</b>	26%	<b>313</b>	33%
Comprensión y aplicación de conocimientos	<b>223</b>	36%	<b>308</b>	32%
Análisis	<b>120</b>	20%	<b>158</b>	17%
Síntesis	<b>92</b>	15%	<b>136</b>	14%
Trabajos Prácticos	<b>20</b>	3%	<b>35</b>	4%
<b>TOTAL</b>	<b>613</b>	100%	<b>950</b>	100%

**Tabla 23.** Resultado general de la clasificación de las actividades presentes en los libros de texto de Biología y Geología de 4º de la ESO (LOGSE), y totales de las seis asignaturas analizadas.

<sup>30</sup> Hace referencia a las suma total de cada tipología. Las seis asignaturas y el número de libros analizados en cada caso vienen detallado en Pardo (2004), pág. 6.

## 6. Reflexiones finales y conclusiones

Una vez concluido este Trabajo Fin de Máster es el momento de poner en una balanza el trabajo realizado. Para ello considero oportuno ir mencionando uno a uno los objetivos iniciales marcados en el apartado 1 (Introducción y Objetivos) y comprobar críticamente, si se han cumplido.

El primer objetivo que se planteaba era la realización de un propuesta didáctica para 1º y 2º de Bachillerato. Ésta tenía que estar fundamentada en una metodología cuyo eje principal fuese la indagación, en este caso IBSE, la competencia científica y los trabajos prácticos. En este caso considero que se ha cubierto lo que se pretendía, ya que se han diseñado tres actividades que implicaban trabajos prácticos que estaban estructuradas de acuerdo a las fases de la metodología IBSE explicitadas en el apartado 2.1.1. No obstante, era deseo del autor que este nº de actividades (y los contenidos abordados) fuera mayor, pero la limitación de tiempo para la confección de este TFM se lo han impedido.

Por otra parte, aunque no estaba recogido en ningún objetivo, el autor considera que hubiera sido de mucha utilidad para esta propuesta el haberla podido implementar durante la fase de Prácticas de Máster. Desafortunadamente no ha sido posible por el desajuste entre la finalización de la propuesta y el tiempo en que tuvo lugar el periodo de Prácticas. De nuevo pues la escasez de tiempo para un proyecto de estas características aparece como un factor limitante.

Para darle una coherencia al desarrollo de esta propuesta didáctica, estaba prácticamente obligado a sentar las bases de la misma; para ello se propusieron los objetivos 2 y 3. El objetivo 2 se centra en analizar los tres aspectos en los que se iba a fundamentar la propuesta didáctica, que como se dijo anteriormente, eran una metodología basada en la indagación (IBSE), la competencia científica y los trabajos prácticos. Se puede afirmar que se ha realizado una revisión bibliográfica sobre estos tópicos suficiente para un trabajo de este tipo y que se han sintetizado en un discurso coherente las principales ideas clave de los mismos. En relación con el objetivo 3, también se ha realizado un estudio básico de la legislación, que ha llevado a revisar textos legislativos de dos marcos legislativos diferentes (LOE y la LOMCE) relacionables con la temática de las propuesta didáctica presentada en este TFM.

En cuanto al objetivo cuarto, se han analizado 691 actividades pertenecientes a 5 libros de Biología y Geología de 1º de Bachillerato y a 5 libros de Biología de 2º de Bachillerato. Este número de libros, aun siendo suficiente y representativo, hubiese sido deseable que fuera más elevado, siendo el factor limitante, el que no se contara con más títulos en la Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Educación. Cabe destacar que la actividad, con diferencia más frecuente es la de recopilación de información (68,8% del

total), que por otra parte, es la que menos aprendizaje induce. Por otra parte, los trabajos prácticos son el tipo de actividad menos frecuente (1,2% del total), siendo de este porcentaje un 11,1% de tipo investigativo.

Desde una visión personal del autor, éste considera que el análisis de libros ha supuesto un aprendizaje de utilidad. Pues, la realidad existente en los centros educativos de nuestro país quizás sigue siendo la de “toda la vida”, es decir, el docente sigue recurriendo al libro tanto para seleccionar contenidos como para explicarlos transmisivamente y para encomendar actividades a los alumnos. Por tanto, considero de suma importancia saber qué tipo de actividades son las más habituales y su utilidad didáctica.

## Bibliografía

- Benítez, A.J. (2010) Evaluar competencias básicas: ¿Una moda o una necesidad?. *Cuadernos de Pedagogía* 397:82-85.
- Boronat, R., López, J. P. (2011) El estudio de la fermentación en el laboratorio de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8(1):111-114.
- Bosques, I. (2012) Sexismo lingüístico y visibilidad de la mujer. *Boletín de Información Lingüística de la Real Academia Española*. Extraído el 15 de septiembre de 2015, desde [http://www.rae.es/sites/default/files/Sexismo\\_linguistico\\_y\\_visibilidad\\_de\\_la\\_mujer\\_0.pdf](http://www.rae.es/sites/default/files/Sexismo_linguistico_y_visibilidad_de_la_mujer_0.pdf)
- Caamaño, A. (1992) Los trabajos prácticos en ciencias experimentales: Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de Innovación Educativa* 9:61-68.
- Cañal, P. (2012) ¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria?. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 72:75-83.
- Consejería de Educación (2008) *ORDEN de 5 de agosto de 2008, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía*. BOJA nº 169, de 26 de agosto de 2008, 98-222.
- Couso, D. (2014) "De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica". En: de las Heras Pérez, M.A. et al., (Coord.). *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante. 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 28 pp., Universidad de Huelva, Huelva, España.
- Del Carmen, L. (2000) Los trabajos prácticos. En: Perales, F. J. y Cañal, P., (Coord.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Editorial Marfil: Alcoy, España.
- Devetak, I., Vogrinc, J. (2013) The Criteria for Evaluating the Quality of the Science Textbooks. En: Khine, M.S. (Ed.). *Critical Analysis of Science Textbook: Evaluating instructional effectiveness, 3-15*, Springer: Dordrecht, Holanda.
- Etxabe, J.M. (2001) Trabajos prácticos como recetas y como investigaciones. *Revista de Psicodidáctica* 11-12:87-96.
- Gallardo-Gil, M. et al. (2010) PISA y la competencia científica: Un análisis de las pruebas de PISA en el Área de Ciencias. *RELIEVE* 16:1-17.
- Gamboa, M.C. (2003) La formación científica a través de la práctica de laboratorio. *Umbral Científico* 3:3-10.
- García, R.O., Herrera, F.C. (2006) Evaluación *in vitro* del efecto bactericida de extractos acuosos de laurel, clavo, canela y tomillo sobre cinco cepas bacterianas patógenas de origen alimentario. *BISTUA: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas* 4(2):13-19.
- García, R.O., Herrera, F.C. (2007) Evaluación de la inhibición del crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas por extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: estudio preliminar *in vitro*. *BISTUA: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas* 5(2):68-79.
- Gil, A., González, M.E. (2011) Competencia científica. *Cuadernos de Pedagogía* 413:67-70.
- López, J.P. (2011) Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8:491:494.

- López-Gay, R., Jiménez, M.R., Martínez-Chico, M. (2015) Enseñanza de un modelo de energía mediante indagación y uso de sensores. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 80:38-48.
- Manso, J. (2015) Una garantía para la adquisición de competencias. *Cuadernos de Pedagogía* 455:63-66.
- Martínez-Chico, M. (2013) Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza. Tesis Doctoral de la Universidad de Almería, Almería, España.
- Méndez, J.M. (2001) Pautas y criterios para el análisis y evaluación de materiales curriculares. *Agora digital*, 2:1-14.
- Ministerio de Educación y Cultura (2007) *REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. BOE nº 266, de 6 de noviembre de 2007, 45381-45477.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015) *REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato* BOE nº 3, de 3 de enero de 2015, 169-546.
- Morales, E. (1998) Efecto de una didáctica centrada en la resolución de problemas empleando la técnica heurística V de Gowin y mapas conceptuales en el razonamiento matemático de los alumnos de 9º grado de educación básica. *Relime* 2:77-91.
- Naranjo, C.G. (2014) Artes gráficas: Líderes editoriales. *Madridiario*, 29 abril de 2014. (Acceso el día 20/09/15)
- Nudelman, N.S. (2015) Educación en ciencias basadas en la indagación. *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad* 10:11-22.
- Padilla, Y. et al. (2012) Diseño de un módulo de enseñanza-aprendizaje basado en la indagación: Una tarea para el profesorado en formación de Educación Secundaria. *VII Seminario Ibérico/ III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias*, 1-5, Madrid, España.
- Pardo, P. (2004) ¿Qué actividades proponen los libros de texto elaborados para enseñar Geología?. *Pulso* 27:49-60.
- Perales-Palacios, F.J., Vílchez-González, J.M. (2012) Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique, Didáctica de la Ciencias Experimentales* 70:75-82.
- Sanmartí, N., Márquez, C., García, P. (2002) Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de Innovación Educativa* 113-114:8-13.
- Uzcátegui, Y., Betancourt, C. (2013) La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación* 37:109-127.
- Yus, R. et al. (2013) La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación* 360:557-576.

Anexo I

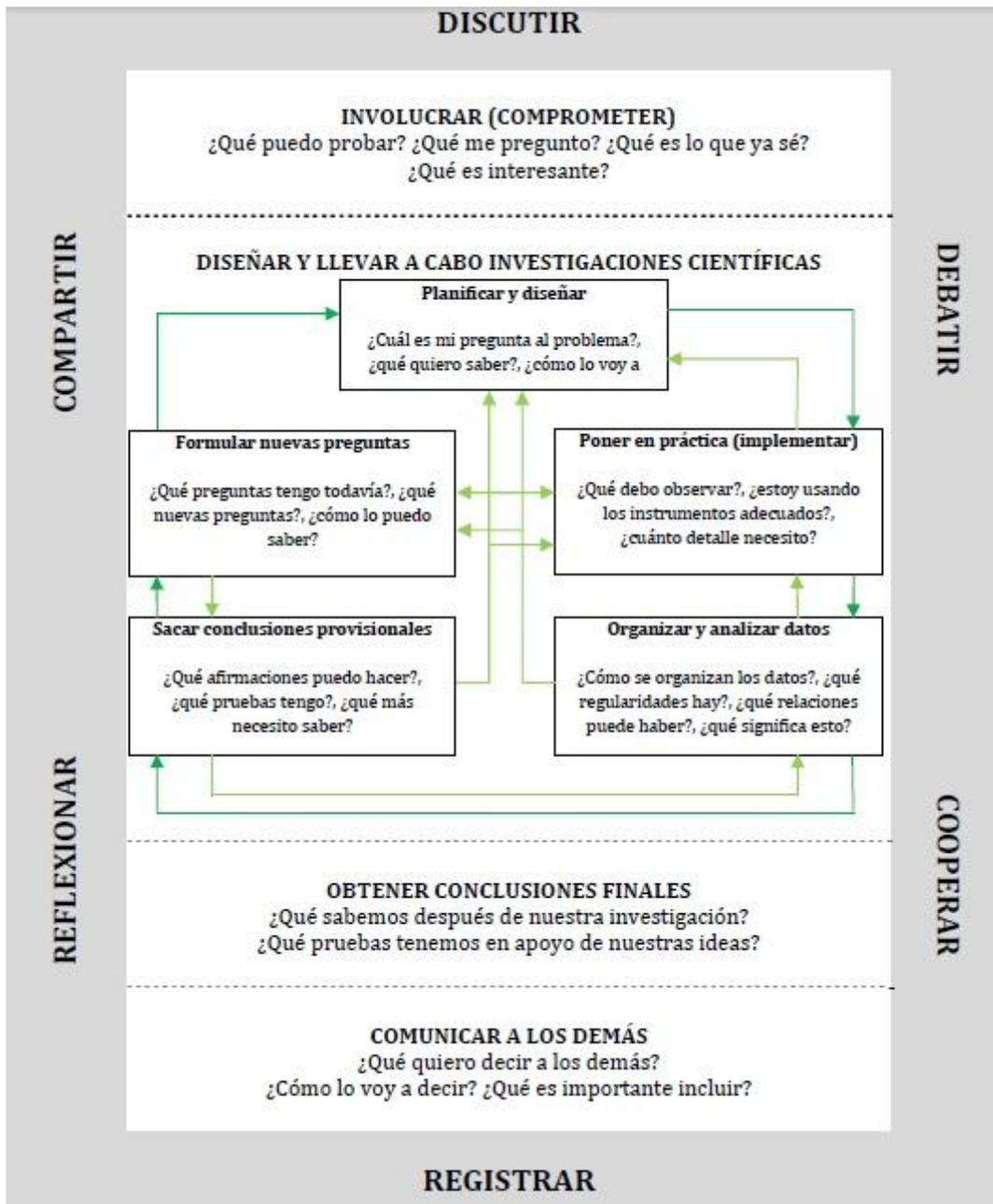


Figura 19. Actividades clave en el proceso de indagación (Worth, Duque y Saltiel, 2009, citado por Matínez-Chico, 2013)

## **Anexo II**

En este documento se muestra el análisis individual de los diferentes libros utilizados para la realización del estudio presente en dicho trabajo fin de máster, concretamente en el apartado 4 (*Análisis de Libros*). También se podrán visualizar las actividades de carácter práctico cuando estas estén presentes en los respectivos libros. La clasificación de los diferentes tipos de actividades se ha realizado siguiendo el criterio de Pardo (2004), añadiéndole una subdivisión más en cuanto a la diferenciación dentro de los trabajos prácticos (modelos de receta o de investigación) (Caamaño 1992).

### **LIBROS DE 1º DE BACHILLERATO (Biología y Geología)**

Al no haber en el currículum de primero de bachillerato estipulado por la Ley Orgánica de Educación (LOE) temas específicos dedicados a los microorganismos, se han seleccionado aquellos que poseen un mayor número de apartados relacionados con estos. A la hora de realizar el análisis de actividades no se han tenido en consideración aquellas que no tienen relación alguna con los microorganismos.

### **LIBRO I**

Biología y Geología; Ed: Akal (2008); Almaraz, T., García, A., García-Mauriño, J.E., González, F.; ISBN: 978-84-460-2623-5.

- ✓ Tema 7 (La célula: unidad de todos los organismos vivos)
- ✓ Tema 8 (Las células en funcionamiento). Diversos apartados:
  - \* Metabolismo: Anabolismo y catabolismo.
  - \* Quimiosíntesis
  - \* Fermentación
  - \* Nutrición de las bacterias
  - \* Reproducción de las bacterias
  - \* Teoría endosimbionte
- ✓ Tema 10 (Clasificación de los seres vivos. Reino Monera, Reino Protocista y Reino Fungi.)

TIPO ACTIVIDAD	1° BACHILLERATO (Biología y Geología)	
Recopilación de información	49	73.1%
Comprensión y aplicación de conocimientos	6	8.95%
Análisis	5	7.5%
Síntesis	6	8.95%
Trabajos Prácticos	1	1.5%
Modelo de Receta	1	100%
Modelo de investigación	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100</b>

### Trabajos Prácticos

#### ➤ Modelo de Receta

### Actividad 1 - Cultivo de microorganismos

#### Introducción

Los microorganismos (bacterias, hongos o protozoos) están por todas partes. No los vemos porque son microscópicos y el número de ellos que hay en nuestra piel, pelo o ropa, o en cualquier otro lugar, es muy pequeño. En esta práctica vamos a cultivarlos para aumentar su número y que sean visibles a nuestro ojos, y podamos así verificar que lo que dijimos al principio es cierto.

#### Materiales

Placas de Petri, agua destilada, medio de cultivo PDA (patata, dextrosa y agar), rotulador indeleble.

#### Procedimiento

Se prepara medio de cultivo para que cada pareja de alumnos disponga de 5 placas. Para ello se calienta agua destilada hasta la ebullición en un erlenmeyer y se añade el PDA (proporción según fabricante). Se vierte una pequeña cantidad en cada placa y se tapa. Se deja enfriar para que el medio de cultivo se solidifique.

Cada placa se pondrá en cultivo de la siguiente manera:

- **Primera placa:** un alumno apoyará uno de sus dedos sobre el medio de cultivo.
- **Segunda placa:** el mismo alumno apoyará el mismo dedo de antes en otra placa, pero después de haberse lavado las manos con jabón y secado con papel limpio.
- **Tercera placa:** el otro alumno de la pareja pondrá un pelo de su cabeza (de manera que no sobresalga de la placa de Petri).

- **Cuarta placa:** uno de los dos alumnos echará un poco de saliva sobre el medio de cultivo.
- **Quinta placa:** uno de los alumnos apoyará un poco de alguna de sus prendas de ropa sobre el medio de cultivo.

Es muy importante que siempre se tapen las placas inmediatamente después de haber depositado las muestras correspondientes.

Sobre la tapa de la placa de Petri se señalará con el rotulador el lugar donde se ha depositado la muestra y a quién pertenece dicha placa.

Se ponen las placas cerca de un radiador o de una fuente de calor.

Se observan los resultados al cabo de una semana.

### **Actividades complementarias**

1. Dibuja lo que se observa en cada placa de Petri.
2. Describe lo observado con tus palabras.
3. ¿Qué ha pasado en las placas de Petri?
4. ¿Qué explicación puedes dar a lo que ha ocurrido?

### **LIBRO II**

Biología y Geología; Ed: Anaya (2009); Plaza, C., Hernández, J., Martínez, J., Casamayor, C., Martínez-Aedo, J.J., Medina, F.J.; ISBN: 978-84-667-7301-0.

- ✓ Tema 2 (El origen de la vida y su organización)
- ✓ Tema 6 (La clasificación de los seres vivos)

<b>TIPO ACTIVIDAD</b>	<b>1º BACHILLERATO (Biología y Geología)</b>	
Recopilación de información	19	70.4%
Comprensión y aplicación de conocimientos	3	11.1%
Análisis	1	3.7%
Síntesis	4	14.8%
Trabajos Prácticos	0	0%
Modelo de Receta	-	-
Modelo de investigación	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100%</b>

**LIBRO III**

Biología y Geología; Ed: Bruño (2008); Ferrer, N., García, M., Medina, M.; ISBN: 978-84-216-5971-7.

- ✓ Tema 6 (Niveles de organización de los seres vivos: de los bioelementos a las células). Concretamente dos apartados:
  - \* La célula como unidad de vida. Solo célula procariota.
  - \* Las funciones vitales. Apartado 4.1. - La nutrición.
- ✓ Tema 7 (Los sistemas de clasificación: imagen de la evolución biológica)

TIPO ACTIVIDAD	1º BACHILLERATO (Biología y Geología)	
Recopilación de información	24	61.6%
Comprensión y aplicación de conocimientos	8	20.5%
Análisis	2	5.1%
Síntesis	4	10.2%
Trabajos Prácticos	1	2.6%
Modelo de Receta	1	100%
Modelo de investigación	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>100%</b>

**Trabajos Prácticos**

➤ **Modelo de Receta**

**Actividad 1 - ¿Por qué se agria la leche?**

**Objetivos**

- Aprender a realizar un frotis y teñirlo.
- Aprender a utilizar el microscopio.

**Observación**

La leche que dejamos fuera de la nevera en verano se vuelve agria pronto. ¿A qué se deben estos cambios?

### **Hipótesis**

Antiguamente estos fenómenos se explicarían como resultado de la fuerza vital que genera espontáneamente vida. Hoy día, en cambio, casi todos propondrían que se debe a la acción de microorganismos, por lo cual cabe esperar que, pasados unos días, hay más microorganismos.

### **Material**

Microscopio, portaobjetos y cubreobjetos, pinzas de madera, asa microbiológica, mechero, pipeta, azul de metileno, aceite de inmersión, glicerina 50%, alcohol o cloroformo y leche.

### **Procedimiento**

Deja un vaso de leche fuera del frigorífico hasta que se vuelva agria. Una vez logrado, realiza la experiencia que se propone a continuación.

1. Prepara dos frotis: uno con una muestra de leche agria y otro con una muestra de leche normal. Hazlo del siguiente modo:

- a) Coge una o dos gotas de leche agria con la pipeta y colócala en el portaobjetos.
- b) Extiende la gota con el asa microbiológica por el portaobjetos.
- c) Pasa la extensión por la llama del mechero para secarla, pero sin quemarla.
- d) Haz lo mismo con la leche normal.

2. Lava los frotis con el alcohol/cloroformo para eliminar, en la medida de lo posible, la grasa de la leche. Así facilitas la tinción y una mejor visión de la preparación.

3. Cubre los frotis con azul de metileno y déjalos así durante unos 15 minutos.

4. Lava tus preparaciones con agua.

5. Seca el agua que sobra y añade una o dos gotas de glicerina y pon encima de cada frotis el cubreobjetos teniendo cuidado de no formar burbujas.

6. Observa al microscopio. Empieza con el menos aumento y cuando quieras observar con el objetivo de mayor aumento hazlo como se indica a continuación:

- a) Coloca la preparación en la platina.
- b) Vierte una gota de aceite de inmersión sobre la preparación.
- c) Coloca el objetivo de inmersión.
- d) Mirando por fuera, baja el tubo del microscopio hasta que el objetivo contacte con la gota.

e) Mira por el ocular y enfoca, utilizando el tornillo micrométrico.

7. Dibuja lo que observes.

8. Realiza esta observación varias veces a lo largo de varios días.

### Actividades complementarias

1. ¿Qué tipos de microorganismos hay en la leche agria?
2. ¿Cómo cambia el número de bacterias en la leche normal y en la agria?
3. ¿Qué aspecto tienen los microorganismos observados?

### LIBRO IV

Biología y Geología; Ed: Santillana (2008); Castillo, A., Meléndez, I., Madrid, M.A.; ISBN: 978-84-294-0977-2.

- ✓ Tema 3 (La clasificación de los seres vivos)
- ✓ Tema 4 (La organización y estructura de los seres vivos). Solo un apartado:

\* La célula, unidad estructural de los seres vivos. Solo célula procariota.

TIPO ACTIVIDAD	1º BACHILLERATO (Biología y Geología)	
Recopilación de información	29	72.5%
Comprensión y aplicación de conocimientos	6	15%
Análisis	1	2.5%
Síntesis	3	7.5%
Trabajos Prácticos	1	2.5%
Modelo de Receta	1	100%
Modelo de investigación	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

## **Trabajos Prácticos**

### ➤ **Modelo de Receta**

#### **Actividad 1 - Observación de microorganismos**

Los microorganismos son muy abundantes en las charcas. Este medio es un pequeño ecosistema en el que encontramos seres autótrofos, como algas filamentosas, coloniales y unicelulares y heterótrofos como bacterias, protozoos y pequeños invertebrados.

#### **Objetivos**

- Identificar y diferenciar los distintos microorganismos para incluirlos en los grupos estudiados.
- Manejar correctamente el microscopio.
- Comprender la necesidad del uso de colorantes para observar preparaciones de seres vivos.

#### **Material necesario**

Frascos, portaobjetos y cubreobjetos, cristalizador, cuentagotas, microscopio, rojo neutro y glicerina.

#### **Procedimiento**

Recogemos agua de una charca, primero tomamos en un frasco muestras de agua de la zona más superficial y en otro frasco agua del fondo, procurando que incluya filamentos verdes. Diferenciamos con un rotulador cada uno de los frascos y los dejamos sin tapar.

Si no tenemos ninguna charca cerca, podemos preparar una infusión de protozoos introduciendo dentro de un cristalizador con agua no clorada, hojas secas en descomposición, algo de tierra. etc. La dejamos a temperatura ambiente durante una semana y después realizamos las preparaciones para su observación.

En el laboratorio realizamos los siguiente pasos:

1. Del frasco con agua procedente de la parte superior de la charca, tomamos con el cuentagotas, liquido que contenga, si es posible, algunos filamentos verdes y lo depositamos en el porta.
2. Colocamos el cubre sobre la gota, evitando en lo posible la aparición de burbujas del aire.
3. Depositamos una gota de rojo neutro en el borde del cubre. El colorante pasará al interior por capilaridad.

4. Observamos la preparación al microscopio. Primero a pocos aumentos, para tener una panorámica general de los microorganismos que tenemos. Escogemos la mejor zona de observación moviendo la preparación.

5. Pasamos a objetos de mayor aumento para poder apreciar los detalles de cada uno de los microorganismos. Muchos son móviles y desaparecerán del campo visual, por lo que tendremos que mover con cuidado la preparación para seguir observándolos. Si junto a la gota de líquido ponemos una pequeña gota de glicerina y se mezcla, el aumento de densidad del medio hará que los microorganismos se muevan más lentamente.

6. Repetimos los pasos anteriores con el frasco que contenga agua procedente del fondo de la charca.

7. Si es una muestra de líquido de la infusión, realizamos la preparación como en el caso del agua de la charca, pero tomamos, con el cuentagotas, líquido de las proximidades de trozos o fragmentos vegetales.

### Actividades complementarias

a) Realiza un dibujo de los distintos microorganismos que veas, tratando de identificarlos con la ayuda de los dibujos presentes en el libro.

b) Trata de clasificar los microorganismos que has observado en los distintos reinos.

### LIBRO V

Biología y Geología; Ed: Sm (2008); Pedrinaci, E., Gil, C., Gómez, J.M.; ISBN: 978-84-675-2515-1.

✓ Tema 2 (Organización celular de los seres vivos)

✓ Tema 8 (La clasificación de los seres vivos)

TIPO ACTIVIDAD	1º BACHILLERATO (Biología y Geología)	
Recopilación de información	22	64.7%
Comprensión y aplicación de conocimientos	8	23.5%
Análisis	0	0%
Síntesis	3	8.8%
Trabajos Prácticos	1	3%
Modelo de Receta	0	0%
Modelo de investigación	1	100%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100%</b>

## **Trabajos Prácticos**

### **➤ Modelo de Investigación**

#### **Actividad 1 - El efecto Pasteur**

Pasteur observó que, en ausencia de oxígeno, las levaduras transforman la glucosa en alcohol y CO<sub>2</sub>, pero que si disponen de suficiente oxígeno prácticamente no producen alcohol.

- a) ¿Por qué las levaduras son organismos anaerobios facultativos?
- b) Si en ambos matraces se dispone la misma cantidad de levaduras y de glucosa, ¿en cuál se agotará antes la glucosa? ¿Por qué?

❖ Considero que esta actividad puede amoldarse al modelo de investigación. Para ajustarla aún mejor a dicho tipo de actividad, se debería plantear a los alumnos una pregunta inicial que despertase su atención, como por ejemplo: Si en ambos matraces se dispone la misma cantidad de levadura y de glucosa, variando solo la cantidad de oxígeno, ¿Qué ocurre?, ¿Y si modificamos todas las variables?. A partir de ahí el docente daría rienda suelta a los alumnos para que realicen tantos experimentos como crean oportunos y/o necesarios para conseguir contestar a la pregunta inicial, y comprobar si su hipótesis inicial (ideas previas) era acertada o errónea.

**LIBROS DE 2º DE BACHILLERATO (Biología)**

En el currículum de segundo de bachillerato estipulado por la Ley Orgánica de Educación (LOE) si aparecen temas dedicados expresamente a los microorganismos, por tanto para este análisis se ha realizado un estudio completo de estos temas y sus actividades, que es lo que realmente nos atañe.

**LIBRO I**

Biología; Ed: Akal (2009); Espino, F.J., García, A., García-Múzquiz, J.E., Marquina, D., Santos, A.; ISBN: 978-84-460-2625-9.

- ✓ Tema 19 (Microbiología)
- ✓ Tema 20 (Microbiología médica y virología)
- ✓ Tema 21 (Biotecnología)

<b>TIPO ACTIVIDAD</b>	<b>2º BACHILLERATO (Biología)</b>	
Recopilación de información	98	74.8%
Comprensión y aplicación de conocimientos	12	9.2%
Análisis	6	4.6%
Síntesis	13	9.9%
Trabajos Prácticos	2	1.5%
Modelo de Receta	2	100%
Modelo de investigación	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>131</b>	<b>100%</b>

**Trabajos Prácticos**

En realidad en el libro de texto no vienen explícitamente determinados como actividades, pero es tal el nivel de detalle del cuadro explicativo que considero que están enfocados hacia su realización como trabajo práctico.

➤ **Modelo de Receta**

**Actividad 1 - Preparación de un frotis**

**Procedimiento**

Como proceso previo a la realización de una tinción, tanto simple como compuesta, es preciso preparar un frotis.

La preparación de un frotis comprende tres etapas:

**1. *Extensión del material sobre un portaobjetos.***

La extensión del material a estudiar se realiza empleando un asa de siembra estéril.

- Si la muestra a observar proviene de un cultivo líquido, la extensión consiste tan sólo en depositar una gota del mismo sobre el portaobjetos.
- Si la muestra viene de un cultivo sólido, hay que poner previamente en el portaobjetos una gota de agua estéril. Sobre la misma, se homogeniza una pequeña cantidad de la muestra microbiana a analizar, se homogeniza la misma y se extiende con el asa de siembra a lo largo de todo el portaobjetos, para obtener una capa muy fina de la suspensión microbiana.

**2. *Secado de la preparación.***

El secado de la preparación consiste en la eliminación del agua (deshidratación) del medio extracelular a los microorganismos que van a ser observados. Esto se realiza a temperatura ambiente o aproximando el portaobjetos a una fuente de calor (mechero bunsen).

**3. *Fijar por calor.***

La fijación tiene como misión destruir a los microorganismos presentes mediante coagulación de los componentes del citoplasma y adherir la preparación al portaobjetos. El agente fijador se emplea en microbiología es el calor. El procedimiento consiste en, una vez seca la preparación, poner en contacto directo la superficie de la misma con la llama del mechero bunsen durante unos segundos. Con este procedimiento se preserva la forma y la disposición de las células, tal y como se encontraban en la preparación original.

**Actividad 2 - Tinción Gram**

**Finalidad**

Observar la morfología y clasificar a las bacterias en uno de los dos grupos (Gram + o Gram -), en función de la composición de su pared celular.

### Fundamento

La tinción Gram requiere cuatro pasos con la utilización de cuatro soluciones. Un primer colorante básico que en contacto con las células cargadas negativamente, reacciona con ella coloreándolas (cristal violeta). Una solución mordiente aumenta la afinidad entre el colorante y las células (lugol). Un agente decolorante o diferencial (alcohol) que decolorará a las bacterias Gram negativas debido a la composición de su pared celular. Un colorante de contraste de distinto color que el primero (safranina, roja) que teñirá a las bacterias Gram negativas.

### Técnica

1. Hacer el frotis (Explicado en actividad 1).
2. Cubrir con cristal violeta. Dejar actuar 2 minutos. Lavar con agua destilada.
3. Añadir lugol. Dejar actuar 1 minutos. Lavar con agua destilada.
4. Colocando el porta en posición inclinada, añadir alcohol hasta decoloración (30 segundos máximo). Lavar con agua destilada.
5. Añadir safranina. Dejar actuar 1 minuto. Lavar con agua destilada.
6. Secar al aire y observar con objeto de inmersión.

### LIBRO II

Biología; Ed: Anaya (2009); Plaza, C., Hernández, J., Martínez, J., Castro, P., Martínez-Aedo, J.J.; ISBN: 978-84-667-8257-9.

- ✓ Tema 15 (Las formas acelulares y los microorganismos)
- ✓ Tema 16 (El estudio de los microorganismos)
- ✓ Tema 19 (La biotecnología)

TIPO ACTIVIDAD	2º BACHILLERATO (Biología)	
Recopilación de información	58	64.4%
Comprensión y aplicación de conocimientos	16	17.8%
Análisis	6	6.7%
Síntesis	9	10%
Trabajos Prácticos	1	1.1%
Modelo de Receta	1	100%
Modelo de investigación	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

## **Trabajos Prácticos**

### **➤ Modelo de Receta**

#### **Actividad 1 - Siembra por estrías**

En realidad en el libro de texto no viene explícitamente determinado como una actividad, pero es tal el nivel de detalle del cuadro explicativo que considero que está enfocado hacia su realización como trabajo práctico.

#### **Objetivo**

Técnica utilizada para la obtención de nuevas colonias de bacterias procedentes de un caldo de cultivo.

#### **Procedimiento**

1. El asa de siembra se pasa por la llama hasta que esté al rojo, y se deja enfriar.
2. El asa de siembra se introduce en el caldo de cultivo de los microorganismos para obtener una muestra. Se extiende sobre una pequeña zona de la placa de Petri, que contiene agar-agar- formando estrías muy juntas, pero sin ejercer mucha presión para no dañar el agar-agar.
3. El asa de siembra se vuelve a esterilizar y, a continuación, se roza la siembra realizada previamente y se hacen nuevas estrías por otra zona de la placa. El proceso se repite varias veces, calentando y enfriando el asa de siembra al comenzar el proceso.
4. La placa se lleva a incubar, a la temperatura adecuada, siempre invertida.

#### **Observaciones**

Cada uno de los pasos del procedimiento viene acompañado por un dibujo representativo.

### **LIBRO III**

Biología; Ed: Bruño (2009); Panadero, J. E., Olazábal, A., Lozano, A., Razquín, B., Argüello, J. A., Fuente, M. R.; ISBN: 978-84-216-6443-8.

- ✓ Tema 15 (Biotecnología)
- ✓ Tema 16 (Microbiología I: virus, bacterias, algas, hongos y protozoos)
- ✓ Tema 17 (Microbiología II: fisiología y ecología de los microorganismos)

TIPO ACTIVIDAD	2° BACHILLERATO (Biología)	
	Recopilación de información	60
Comprensión y aplicación de conocimientos	17	18.1%
Análisis	7	7.5%
Síntesis	8	8.5%
Trabajos Prácticos	2	2.1%
Modelo de Receta	2	100%
Modelo de investigación	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>100%</b>

### Trabajos Prácticos

#### ➤ Modelo de Receta

#### Actividad 1 - Observación de bacterias mediante tinción de Gram

##### **Objetivo**

Identificar bacterias de yogur y de la cavidad bucal mediante tinción diferencial de Gram.

##### **Material necesario**

Yogur, sarro dental, microscopio, portaobjetos y cubreobjetos, agua, cristal de violeta, lugol, etanol y safranina.

##### **Procedimiento**

1. Se disuelve una pequeña cantidad de yogur y otra de sarro dental (que puedes recoger con un palillo) en sendas gotas de agua.
2. Se realiza un frotis para cada preparación sobre un portaobjetos limpio extendiendo bien la gota de agua que contiene las bacterias. Se deja secar al aire hasta que se forme una película seca.
3. Se fija el frotis pasando rápidamente el portaobjetos varias veces por la llama de un mechero.
4. Se tiñe la preparación con cristal violeta durante un minuto y luego se lava con agua suavemente para no desprender el frotis. A continuación se cubre con lugol durante otro minuto y se vuelve a lavar con agua.

5. Se decolora la tinción con etanos al 95% añadiéndolo gota a gota sobre el frotis hasta que las gotas que escurran del porta ya no estén coloreadas (unos 15 ó 20 segundos) y se lava con agua.

6. Se cubre la preparación con safranina, qué es un colorante de contraste, durante un minuto. Se lava con agua y se seca al aire o con ayuda de un papel de filtro.

7. Se observan las preparaciones al microscopio óptico utilizando un objetivo de inmersión.

### **Actividades complementarias**

Tras la observación de las preparaciones anteriormente montadas:

a) ¿Qué diferencias encuentras?

b) ¿Cómo puedes explicar estas diferencias en la tinción si has utilizado el mismo procedimiento en ambas preparaciones?

c) ¿Qué tipos morfológicos observas en las bacterias de la preparación del yogur? ¿Y en la preparación del sarro dental? Dibuja cada uno de ellos.

### **Actividad 2 - Observación de bacterias nitrificantes de las leguminosas**

#### **Objetivo**

Identificar bacterias de la especie *Rhizobium leguminosarum*, que fijan el nitrógeno atmosférico, y que viven en el suelo y en simbiosis con las plantas leguminosas.

#### **Material necesario**

Plantas de trébol, microscopio óptico, portaobjetos y cubreobjetos, escalpelo y aguja enmangada, pinzas finas, soporte de tinciones, cuentagotas, pocillo, cubeta, mechero de alcohol y azul de metileno y glicerina.

#### **Procedimiento**

1. Extrae del suelo una planta de trébol con sus raíces, En las raicillas finas verás unos nódulos que tienen forma de pequeñas verrugas.

2. Desprende un nódulo con las pinzas y lávalo en un pocillo para quitarle la arena.

3. Sobre un portaobjetos, corta el nódulo a la mitad con ayuda de la punta del escarpelo. Frota la cara partida del nódulo sobre un portaobjetos y añade una gota de agua. Con la aguja enmangada extiende uniformemente el líquido blanquecino.

4. Seca la preparación a la llama del mechero para eliminar los residuos del nódulo.

5. Coloca la preparación sobre la cubeta con el soporte de tinciones y procede a la tinción. Para ello, cubre el frotis con unas gotas de azul de metileno durante 15 minutos. Luego, lava suavemente con agua para eliminar el colorante que sobra. A continuación, pon una gota de glicerina y el cubreobjetos.

6. Observa la preparación al microscopio óptico utilizando el objetivo de mayor aumento.

### Actividades complementarias

Puedes realizar la observación de las bacterias nitrificantes en los nódulos de las raíces de diferentes plantas leguminosa como la lenteja, el guisante y la alfalfa.

a) ¿Qué morfología presenta el *Rhizobium leguminosarum*?

b) Si hubiésemos hecho la tinción de Gram, las bacterias aparecerían teñidas de color rosa, ¿en qué grupo las clasificarías: Gram positivas o Gram negativas?

### LIBRO IV

Biología 2; Ed: Santillana (2009); Jimeno, A., Ballesteros, M., Ugedo, L., Madrid, M.A.; ISBN: 978-84-294-0979-6.

- ✓ Tema 16 (Los microorganismos)
- ✓ Tema 17 (Microorganismos: enfermedades y biotecnología)
- ✓ Tema 20 (Aplicaciones de la biología: biotecnología e ingeniería genética)

TIPO ACTIVIDAD	2º BACHILLERATO (Biología)	
	Recopilación de información	107
Comprensión y aplicación de conocimientos	23	15.6%
Análisis	7	4.7%
Síntesis	11	7.4%
Trabajos Prácticos	0	0%
Modelo de Receta	-	-
Modelo de investigación	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>148</b>	<b>100%</b>

**LIBRO V**

Biología 2; Ed: Sm (2009); Alcamí, J., Bastero, J.J., Fernández, B., Gómez, J.M., Méndez, M.J., Slöcker, J.; ISBN: 978-84-675-3471-9.

- ✓ Tema 18 (La diversidad de los microorganismos)
- ✓ Tema 19 (Los microorganismos en la biosfera)

<b>TIPO ACTIVIDAD</b>	<b>2º BACHILLERATO (Biología)</b>	
Recopilación de información	49	62.8%
Comprensión y aplicación de conocimientos	16	20.5%
Análisis	9	11.6%
Síntesis	4	5.1%
Trabajos Prácticos	0	0%
Modelo de Receta	-	-
Modelo de investigación	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>100%</b>