

ANEXO V. MEMORIA FINAL DE PROYECTOS. MODALIDADES 1, 2, 3 Y 4

CURSO ACADÉMICO 2018/2019

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. **Título del Proyecto:** Enseñando Bioquímica mediante el estudio de casos que involucren al estudiante en su proceso de aprendizaje.

2. **Código del Proyecto:** 2018-1-2009

3. **Resumen del Proyecto:** Este trabajo presenta el diseño de secuencias didácticas para la enseñanza de las asignaturas de Biología y de Fundamentos de Bioquímica, correspondientes al primer curso de los Grado en Química y en Bioquímica, respectivamente, de la Universidad de Córdoba. Para ello, se sigue una metodología de Aprendizaje Basado en Casos (ABC), un método pedagógico de probada eficacia al estar centrado en el alumnado. A la hora de planificar esta secuencia se ha tenido en cuenta una serie de principios metodológicos constructivistas, entre los que destacan el aprendizaje significativo y la globalización. El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar una serie de Casos de estudio para la adaptación de la enseñanza/aprendizaje universitario a una metodología ABC, basada en el autoaprendizaje dirigido por el profesor y por el grupo de estudio. La aplicación de esta metodología contribuirá a mejorar las actitudes, aptitudes y rendimiento general de los estudiantes, proporcionándoles clases más amenas, en las que se sienta involucrado y responsable de su propio aprendizaje y de las cuales obtenga, al menos, los conocimientos recogidos en la Guía Docente de la asignatura de Biología. Como objetivo secundario se ha pretendido enseñar al profesor a adaptar cualquier tema, con poco esfuerzo, a esta metodología de aprendizaje.

La elección de los Casos se ha centrado en cubrir al máximo posible los contenidos teóricos y prácticos de las asignaturas. Se ha llevado a cabo un intenso trabajo de reflexión para plantear cada caso de modo que el estudiante acabe asimilando todos los contenidos teóricos y prácticos definidos en la Guía Docente de la asignatura, y consiguiendo que el aprendizaje se realice sin sesgos ni errores, puesto que la información existente en internet no siempre está contrastada. Se han elaborado los Casos propiamente dichos, así como los materiales y Guía de Trabajo del profesor y numerosos recursos didácticos, como presentaciones, vídeos, prácticas de aula y laboratorio, y soportes innovadores como Kahoot. Todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha estructurado fundamentalmente mediante actividades grupales en las que los estudiantes puedan desarrollar habilidades tan importantes como el trabajo en equipo o el razonamiento crítico, buscando que se sientan motivados e implicados en actividades atractivas que sean fuente de estímulo e interés.

4. Coordinadora del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
MARIA NIEVES ABRIL DÍAZ	Bioquímica y Biología Molecular	74

5. Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
<i>Profesores de la UCO pertenecientes a un grupo docente</i>			
MANUEL JOSÉ RODRÍGUEZ ORTEGA	Bioquímica y Biología Molecular	74	Profesor Titular Universidad

NOELIA MORALES PRIETO	Bioquímica y Biología Molecular	74	Investigadora Postdoctoral
MARÍA JOSÉ PRIETO ÁLAMO	Bioquímica y Biología Molecular	74	Catedrática Universidad
<i>OTROS PARTICIPANTES (PAS, alumnado, personal contratado y becarios, personal externo a la UCO)</i>			
PAULA VICTORIA HUERTAS ABRIL	Bioquímica y Biología Molecular		Alumna colaboradora
JESÚS BOCIO NÚÑEZ	Bioquímica y Biología Molecular		Alumno colaborador

5. MEMORIA FINAL

5.1. INTRODUCCION

El ritmo actual de generación de conocimiento y de cambios tecnológicos hacen prever que los actuales estudiantes van a verse obligados a renovar, en un futuro próximo y de manera continua, los conocimientos que se les están transmitiendo en la Universidad, así como a profundizar por su cuenta en los descubrimientos e innovaciones de su área, para poder desempeñar su profesión. Ello impone la necesidad de que la Universidad proporcione a los estudiantes, durante su etapa formativa, las competencias que les permitan aprender de forma independiente y de ser capaces de adoptar, de forma autónoma, la actitud crítica que les permita adaptarse a esta continua y veloz evolución del conocimiento y las tecnologías (Fig. 1) (Paul, 1995).

El proceso de Bolonia, iniciado en 1999, ha traído consigo una reforma sin precedentes en todo el continente europeo. Pretende programas de educación superior en los que los estudiantes se sitúen en el centro de todo el proceso de aprendizaje y donde las instituciones y el profesorado se centren en ayudarles a gestionar sus expectativas y a ser capaces de diseñar consciente y constructivamente sus trayectorias de aprendizaje a lo largo de toda su experiencia de educación superior (Attard, Di Ioio et al. 2010). Un nuevo enfoque que se opone diametralmente a la filosofía subyacente al método convencional (Roden et al., 2018; Styers et al., 2018).

Por su propia naturaleza, el aprendizaje centrado en el estudiante (ACE) permite a los estudiantes configurar sus propias formas de aprendizaje y coloca sobre ellos la responsabilidad de participar activamente en hacer que su proceso educativo sea significativo. Por definición, la experiencia del ACE no es pasiva, ya que se basa en la premisa de que *la pasividad estudiantil no apoya o mejora... el aprendizaje y que es precisamente un aprendizaje activo lo que ayuda a los estudiantes a aprender de forma independiente* (Machemer and Crawford, 2007). Las estrategias de aprendizaje activo promueven el pensamiento crítico al desencadenar procesos cognitivos, entre los que se incluyen la memoria, el lenguaje, la percepción, el pensamiento y la atención (Fig. 2). El aprendizaje se convierte en cambios o modificaciones en los modos de pensar, sentir y hacer de los alumnos como resultado de la práctica, en este proceso secuencial de aprendizaje que se integra con conocimientos anteriores (Bravo et al., 2018; Johnson, 2018; Michael, 2001; Roden et al., 2018). Los estudiantes logran, así, un aprendizaje significativo, ya que se sienten motivados para aprender más en lugar de adquirir simplemente información (Michael, 2001). Asimismo, se responde a la recomendación de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia de que la ciencia *debe ser impartida de la misma manera que es practicada*, ya que el formato de docencia que se ha estado empleando hasta ahora de *clase-examen* no está alcanzando los objetivos mínimos de enseñanza con los alumnos; por esta misma razón, se invita al profesorado a transformar las clases centradas en el profesor en clases

más dinámicas, que ofrezcan experiencias al alumnado que se adecúen más al aprendizaje basado en investigación (DiCarlo, 2006).

Una de las estrategias más asentadas en este contexto del autoaprendizaje es la conocida como *Aprendizaje Basado en Casos* (ABC), un enfoque de enseñanza-aprendizaje que capacita a los estudiantes para vincular la teoría a la práctica, a través de la aplicación del conocimiento aprendido a los casos y fomenta el uso del aprendizaje basado en la investigación, muchas veces multidisciplinar. Definido de una manera simple, un caso es un relato, una historia que simula la vida real y tiene un mensaje educativo al proporcionar a los estudiantes un entorno que relaciona los contenidos aprendidos en el aula con el desempeño de la práctica profesional (Harman, Bertrand et al. 2015). Al consistir en un aprendizaje activo cuyo desarrollo va siendo modelado por los propios estudiantes que tienen que razonar los contenidos, el ABC consigue que, cuando acaba cada caso, una gran proporción de la clase haya comprendido en su totalidad la materia explicada. El fin último de la utilización de los casos de estudio en el desarrollo de la asignatura es que, el tiempo que invierte el alumnado en las clases, sea aprovechado en su totalidad y que el trabajo que realicen en casa sea el de profundización de lo ya aprendido en clase y no el de volver al temario para comprenderlo, como suele ocurrir con la metodología de enseñanza habitual.

5.2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es **desarrollar una serie de Casos de estudio para la adaptación de la enseñanza/aprendizaje universitario a una metodología ABC**, basada en el autoaprendizaje dirigido por el profesor y por el grupo de estudio, y que contribuirán a mejorar las actitudes, aptitudes y el rendimiento general de los estudiantes, proporcionándoles clases que resulten más amenas, en las que se sienta involucrado y responsable de su propio aprendizaje y de las cuales obtenga, al menos, los conocimientos recogidos en la Guía Docente de la asignatura de Biología.

Como objetivo secundario se pretende *enseñar* al profesor a adaptar cualquier tema, con poco esfuerzo, a esta metodología de aprendizaje.

5.3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En este trabajo describimos el desarrollo y la implementación de un diseño instructivo enfocado en una forma de aprendizaje activo y pedagogía centrados en el estudiante, en un curso de Biología y otro de Bioquímica introductorias, tradicionalmente basado en charlas magistrales. Consideramos que esta reestructuración está motivada por la necesidad de involucrar a todos los estudiantes en el proceso de comprender el interés que para su futuro puede tener esta asignatura como fundamento de las otras dos relacionadas con ella que recibirá en cursos superiores. Entendemos que, al estar implicados en su propio proceso de aprendizaje, se acabará con inadecuadas actitudes de muchos estudiantes que se viene reflejando en el porcentaje de asistencia, la participación limitada en la clase y el rendimiento estudiantil subóptimo.

Nuestra hipótesis es que incorporar el aprendizaje activo y la pedagogía centrada en el estudiante en el diseño instructivo de nuestro curso mejorará las actitudes de los estudiantes y también conducirá a un mayor rendimiento de los mismos con respecto a los conceptos a estudiar en casa (Weimer 2002). Elegimos centrarnos en el uso de actividades de ABC que complementarían y sustituirían parcialmente las charlas magistrales, que se reducirán en número sin cambios en el contenido de la asignatura. Esta metodología de enseñanza es una manera de mostrar a los alumnos el lado creativo de la ciencia en el cuál, la síntesis de nuevas ideas requiere discusión y debate de las distintas hipótesis mediante interacciones entre los propios estudiantes y de estos con el profesor. Asimismo, resalta la importancia del constructivismo a través del cual el alumno construye información mediante la realización de preguntas, consiguiendo respuestas e interaccionando con los compañeros, el profesor y la propia materia de estudio. Además, la interacción directa con el profesor, que le puede resolver

de manera instantánea las posibles dudas que puedan surgir con el transcurso del caso, incluso parando el desarrollo del caso momentáneamente para tratar los puntos de este que los alumnos no consigan asimilar. Diversos estudios muestran que los estudiantes que han estado involucrados en un método de enseñanza interactiva superaban en conocimientos y competencias alumnos que seguían en metodologías tradicionales (DiCarlo 2006).

Ya se ha indicado que el fin último de esta metodología es el de facilitar el proceso de aprendizaje al alumnado, haciendo así que se reduzcan el número de horas dedicadas a repasar lo aprendido en clase, consiguiendo que tenga más tiempo para poder involucrarse en otro tipo de actividades relacionadas con la UCO (alumno colaborador de un departamento, participante del Club de Debate, participante de cualquiera de las actividades deportivas que propone esta Universidad, etc.).

5.4. MATERIALES Y MÉTODOS. RECURSOS Y METODOLOGÍAS.

5.5. RESULTADOS ESPERADOS

5.6. UTILIDAD

5.6.1. Plan Docente.

El Plan Docente es el conjunto de acciones de planificación y desarrollo mediante el cual el docente toma las decisiones para la creación, la selección y la organización de los distintos elementos que configuran la totalidad de la asignatura. Esta programación transforma las intenciones educativas en propuestas didácticas concretas, referidas a un grupo de alumnos específico para un ciclo o curso determinado, que permitan alcanzar los objetivos previstos, atendiendo a la diversidad de los alumnos. El Plan Docente debe contener información que permita al profesorado conocer y compartir criterios, así como para convertirse en un documento de divulgación pública –y, por tanto, de referencia para los estudiantes– donde se especifiquen las intenciones de la asignatura (lo que se pretende conseguir con su impartición), la metodología de trabajo (cómo se llevará a cabo) y el sistema de evaluación y sus características estando todo ello directamente encaminado a conseguir que el alumno adquiera las competencias de la titulación que se supone les proporcionará la asignatura.

Todo lo referente a las asignaturas de la que formará parte este Módulo de Casos aparece en su Guía Docente y aquí solo se incluye lo que afecta al Módulo propiamente dicho, que formará parte de la mencionada Guía Docente en cursos posteriores. El Plan Docente del Módulo de Casos que se propone para cada asignatura cubrirá un total de 2,6 ECTS, de los cuales 1,4 ECTS se impartirán en grupo grande y el resto, 1,2 ECTS, en grupo mediano y se recogen en las tablas 1 y 2 siguientes:

Tabla 1: Contenido del Módulo de Casos e integración de los diferentes casos con los contenidos teóricos de la asignatura BIOLOGIA.

Contenidos teóricos	Caso utilizado
Tema 1. Introducción a la Biología. Relación con la Química. La diversidad de los seres vivos.	<i>GANANDO POR UN CUELLO: UN CASO DE ESTUDIO DEL MÉTODO CIENTÍFICO.</i>
Tema 2. Bioelementos y biomoléculas. Los elementos de la vida. Las biomoléculas. Jerarquía molecular. El agua. Estructura de la molécula de agua. Propiedades del agua. Disociación del agua. Ácidos y bases. Concepto de pH.	<i>Una aventura en estereoquímica: Alicia a través del espejo.</i> <i>La homeostasis y tú.</i>
Tema 3. Los glúcidos. Concepto y clasificación de glúcidos. Monosacáridos. Disacáridos. Oligosacáridos. Polisacáridos.	<i>LA DULCE VERDAD: NO TODOS LOS CARBOHIDRATOS SON IGUALES.</i>
Tema 4. Los lípidos. Concepto y clasificación de lípidos. Ácidos grasos. Lípidos con ácidos grasos. Lípidos sin ácidos grasos.	ASUNTOS PRINGOSOS: COMPARANDO LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS LÍPIDOS.
Tema 5. Proteínas. Los aminoácidos. La carga eléctrica de los aminoácidos. Aminoácidos proteicos y aminoácidos no proteicos. Los péptidos. Las proteínas: concepto y estructura. Proteínas conjugadas o heteroproteínas.	<i>¡ÚLTIMAS NOTICIAS: PROTEÍNAS EN HUELGA!: PROTEÍNAS DE MEMBRANA Y TRANSPORTE.</i>

Tema 6. Nucleótidos y ácidos nucleicos. Nucleósidos y nucleótidos. Nucleótidos de interés biológico. Coenzimas derivadas de nucleótidos. Polinucleótidos. Ácidos nucleicos. La cromatina.	LA MOLÉCULA MONA LISA: LOS MISTERIOS DEL DNA AL DESCUBIERTO.
Tema 7. La célula. Teoría celular: introducción histórica. Organización y tamaño. Métodos de estudio de la célula. Células eucariontes y procariontes. La membrana plasmática. Transporte a través de la membrana. Cáliz o cubierta celular. Pared celular. Citosol. Citoesqueleto. Cilios y flagelos. Ribosomas y retículo endoplasmático (RE). El complejo de Golgi. Mitocondrias y cloroplastos. El núcleo. El ciclo celular. La meiosis y los ciclos vitales.	<i>LA PEQUEÑA MITO: LA HISTORIA DE NUESTROS ORÍGENES.</i>
Tema 8. Introducción al metabolismo. ATP y enzimas. Concepto de metabolismo. Características de las reacciones metabólicas. Organismos autótrofos y heterótrofos. El ATP, moneda energética de la célula. Las enzimas. Coenzimas de oxidación-reducción. Vitaminas.	¡Cuánta diferencia por un carbono!
Tema 9. Rutas generadoras de energía. Respiración aerobia. Catabolismo anaerobio. Fase lumínica de la fotosíntesis. Fotofosforilación. Rutas anabólicas. El ciclo de Calvin. Otras rutas de anabolismo.	<i>BATALLANDO CON LA BÁSCULA: UN CASO SOBRE RESPIRACIÓN CELULAR Y LOS PELIGROS DE LAS PÍLDORAS PARA PERDER PESO.</i>
Tema 10. Las leyes de la herencia. Conceptos básicos de herencia biológica. Las leyes de Mendel. Ligamiento y recombinación cromosómicos. Herencia ligada al sexo.	HOMBRES IOBO Y LAS BASES CROMOSÓMICAS DE LA HERENCIA.
Tema 11. Los genes y su función. La replicación semiconservativa del DNA. La expresión del mensaje genético. El mecanismo de la transcripción. El mecanismo de la traducción. Código genético. Regulación de la expresión del mensaje genético.	<i>EXPERIMENTOS CLÁSICOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR: GRIFFITH & AVERY, MCCARTY & MACLEOD.</i>
Tema 12. Modificación de la información genética. Visión general de los mecanismos que cambian la información genética y su expresión.	<i>La sinfonía del ADN.</i>
Tema 13. Manipulación de la información génica. Visión general de las metodologías utilizadas para modificar la información genética y su expresión en el laboratorio.	<i>LA MANZANA DE BLANCA NIEVES: EDICIÓN GENÓMICA.</i>
Tema 14. Biología de los microorganismos. Características de los microorganismos. Fisiología de los procariontes. Reproducción bacteriana y formas de resistencia. Diversidad de los microorganismos. Formas acelulares: virus. Actividades de los microorganismos en la Naturaleza. Asociaciones simbióticas. Aplicaciones prácticas. Fundamentos de Inmunología. Virulencia y patogenicidad.	¡ELVIS SE DERRITE! CONCEPTOS MICROBIOLÓGICOS DE CULTIVOS, CRECIMIENTO Y METABOLISMO.
Tema 15. Microbiología aplicada. Microbiología del suelo y del agua. Biotransformación. Biorremediación. Reciclaje de residuos. Tratamiento de aguas. Microbiota normal. Microbiología en la industria Ingeniería de proteínas y enzimas.	<i>NO ESTAMOS SOLOS. EL INVISIBLE MUNDO DEL MICROBIOMA.</i>
Tema 16. La Ecología. Factores abióticos del medio. Adaptaciones de los organismos. Factores bióticos: relaciones intra- e interespecíficas. Comunidades y ecosistemas. Niveles tróficos.	<i>LOS PINZONES DE DARWIN Y LA SELECCIÓN NATURAL.</i>

Tabla 2. Contenido del Módulo de Casos e integración de los diferentes casos con los contenidos teóricos de la asignatura Fundamentos de Bioquímica.

Contenidos teóricos	Caso utilizado
Tema 1. Aminoácidos y péptidos. Estructura, función y tipos de aminoácidos. Enlace peptídico. Péptidos de interés biológico.	La homeostasis y tú
Tema 2. Proteínas. Importancia. Interacciones no covalentes. Hélice alfa, hoja plegada beta y giros beta. Visión general de la estructura de las proteínas globulares y fibrilares.	
Tema 3. Enzimas. Las proteínas como biocatalizadores. Fundamentos de la catálisis enzimática. Parámetros cinéticos y factores que los modulan.	<i>¡Cuánta diferencia por un carbono! Un caso de inhibición enzimática.</i>
Tema 4. Principios de Bioenergética. Importancia de los procesos redox. Diferencia de potencial entre dos pares redox. Transferencia de energía: reacciones acopladas e intermediarios activados.	
Tema 5. Membranas biológicas y transporte. Lípidos y proteínas de membrana. Transporte activo primario y secundario. Transporte mediado pasivo. Canales iónicos.	<i>¡Últimas noticias: proteínas en huelga! Proteínas de membrana y transporte.</i>

Tema 6. Bioseñalización. Propiedades generales de los receptores de membrana. Seis tipos de receptores. Fosforilación de proteínas. Segundos mensajeros. Vía del AMPc. Calcio. Fosfolipasa C. La insulina y su receptor. Receptores asociados a Tyr-quinasa. Receptores nucleares de hormonas.	
Tema 7. Introducción al metabolismo y Ciclo de Krebs. Catabolismo y anabolismo. Estructura y función de ATP, CoA, NAD(P) ⁺ y FMN/FAD. Visión general del ciclo del ácido cítrico y sus etapas. Regulación del ciclo. Anaplerosis.	
Tema 8. Cadena respiratoria y fosforilación oxidativa. Componentes, organización y función de las cadenas transportadoras de electrones. Fosforilación oxidativa y control respiratorio. Acoplamiento quimiosmótico.	Una dieta para morirse: explorando la cadena respiratoria
Tema 9. Glucólisis y gluconeogénesis. Visión general de la glucólisis y sus etapas. Utilización glucolítica de otros azúcares y del glicerol. El piruvato como encrucijada metabólica. Gluconeogénesis a partir de diversos precursores.	<i>La dulce verdad: Odio correr!</i>
Tema 10. Metabolismo del glucógeno. Estructura y función de los azúcares y polisacáridos de reserva. Visión general del catabolismo y biosíntesis del glucógeno.	
Tema 11. Regulación del metabolismo glucídico. Introducción a la regulación coordinada de glucólisis, gluconeogénesis y metabolismo del glucógeno.	<i>Diabetes y la ruta de señalización de la insulina</i>
Tema 12. Metabolismo de las pentosas fosfato. Naturaleza y objetivos de las vías de las pentosas-fosfato. Vía oxidativa. Reacciones de isomerización e interconversión. Multivalencia.	
Tema 13. Metabolismo lipídico. Estructura y función de los ácidos grasos y triacilgliceroles. Lipólisis. Activación y entrada de ácidos grasos en la mitocondria. Visión general de la beta-oxidación y metabolismo de los cuerpos cetónicos. Síntesis de palmitato. Visión general de la síntesis de colesterol.	<i>Asuntos pringosos: comparación de la estructura y función de los lípidos.</i>
Tema 14. Metabolismo de biomoléculas nitrogenadas. Visión general del metabolismo de los aminoácidos. La transaminación y la desaminación oxidativa. Familias degradativas de los aminoácidos. Incorporación del NH ₄ ⁺ en esqueletos carbonados. Aminoácidos esenciales y no esenciales. Nucleótidos púricos y pirimidínicos. Rescate de bases púricas. Interconversión de nucleótidos mono-, di- y tri- fosfato. Biosíntesis de desoxirribonucleótidos.	
Tema 15. Excreción de Nitrógeno. Origen y destino del NH ₄ ⁺ . Ciclo de la urea y sus relaciones con el Ciclo de Krebs. Eliminación del Nitrógeno de las bases nitrogenadas.	
Tema 16. Almacenamiento y expresión de la información genética. Estructura y función de los ácidos nucleicos. Principios básicos de la biosíntesis de ácidos nucleicos y proteínas. Herramientas bioquímicas básicas en el trabajo con ácidos nucleicos.	La sinfonía del ADN. Expresión génica musical

5.6.2. Diseño del Módulo de Casos

La reestructuración de la Asignatura de Biología del Grado en Química afectará a unos 60-80 alumnos que se matriculan, de media, en esta asignatura cada año. Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso del Grado y sus contenidos se coordinan con los de asignaturas relacionadas de cursos superiores. Por ello se dedica un porcentaje elevado de las horas al estudio de las biomoléculas, una materia que resulta árida al alumno, que debe aprenderse las características moleculares de todas ellas.

El estudiante de la asignatura de Biología del Grado en Química recibe solo unas pocas clases de Metabolismo, lo que en ocasiones le supone una gran dificultad para comprender completamente los conceptos que debe asimilar como base para futuras asignaturas del Grado. Igual puede decirse para la parte de Biología Molecular, Microbiología y sus aplicaciones o biodiversidad, temas estos dos últimos que no volverán a ver en la carrera. Como parte de la revisión de la asignatura, la mayor parte de las horas dedicadas a charlas magistrales sobre biomoléculas y otros conceptos básicos de biología, bioquímica, genética, microbiología y ecología, se destinarán a presentar casos para cuya

resolución se precisen los conocimientos teóricos que se venían tradicionalmente enseñando mediante clases magistrales (Tabla 1).

El nuevo diseño de la asignatura de *Fundamentos de Bioquímica* del Grado de Bioquímica influirá sobre los 50 alumnos, aproximadamente, que se matriculan como media cada año en dicha materia. Una parte importante de la asignatura, 60-70%, se dedica al estudio de las diferentes biomoléculas y a su metabolismo: proteico, lipídico, glucídico y biomoléculas nitrogenadas. Dicho contenido va a sentar las bases de futuras asignaturas del del Grado, tales como *Enzimología* o *Regulación del Metabolismo*, sobre todo. Como se ha comentado, esta asignatura se viene impartiendo regularmente mediante lecciones magistrales, en gran grupo, acompañadas de prácticas de aula en grupo mediano y de laboratorio en grupo pequeño. La finalidad de las prácticas es afianzar los contenidos teóricos, pero la falta de participación del alumnado vuelve a convertirlo en meros receptores de información, que no siempre asimilan. Esta metodología tradicional acaba ocasionando desmotivación en el alumnado, que se ve ante el examen en la necesidad de estudiar en casa todo y solo lo que se ha enseñado en clase, lo que acompaña a un menor rendimiento y un descenso de las calificaciones. Y lo que es peor, cercena su capacidad de autoaprendizaje, privándole de la competencia de ir adaptando sus conocimientos al ingente cambio que está experimentando la ciencia en nuestros días y, por ende, su empleabilidad.

El profesor ahora dispondrá de recursos para que los alumnos adquieran activamente esos conocimientos teóricos en el aula o en casa. Estas sesiones de gran grupo permitirán resolver dudas y guiar a los alumnos hacia la verdadera comprensión del problema planteado en el enunciado del caso, sobre lo que trabajarán en casa y/o en las sesiones de grupo mediano. Las sesiones estarán fundamentalmente destinadas a discutir en grupo soluciones al caso, desde un punto de vista molecular, obviamente. Los estudiantes se organizarán en grupos de tres-cuatro personas en el primer día de clase, aunque se permitirá el cambio hasta que el grupo de trabajo adquiera la funcionalidad adecuada. Durante estos periodos de trabajo, en aula o en laboratorio, discutiendo sobre información proporcionada previamente o buscándola en internet o mediante experiencias de laboratorio, el profesor se desplazará de un grupo a otro grupo en el aula para monitorear el progreso de los estudiantes y ofrecer sugerencias que los hagan superar las dificultades que pudieran encontrar. A continuación, los representantes de cada grupo presentarán sus conclusiones y se establecerá el debate, si ha lugar. Esta parte se hará, de nuevo, en sesiones de grupo grande, durante las cuales el profesor reconducirá todas las soluciones, comentará las diversas propuestas y cerrará el caso. La Fig. 4 resume el desarrollo propuesto de los casos.

5.6.3. Selección de los casos

Los casos se seleccionaron en función de los contenidos planteados en la Guía Docente de las asignaturas y suplirán o complementarán algunas clases de teoría, tal como se ha discutido en el apartado anterior. La mayoría de ellos son adaptaciones libres de casos contenidos en la colección del *National Center for Case Study Teaching in Science, University at Buffalo, State University of New York* (Estados Unidos), a la que tenemos acceso mediante licencia. La parte pública de los casos (resumen, caso y recursos), en lengua inglesa, están disponibles en línea en: <http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/collection/index.asp>. Para su adaptación, se han refundido, en ocasiones, varios de los casos originales y para todos ellos, se ha elaborado *de novo* la Guía del Profesor y el Solucionario, así como numerosos recursos. Estos materiales sólo serán accesibles bajo clave en el entorno de la plataforma e-learning *Moodle* de la UCO (hasta que se incorporen definitivamente a la asignatura, se utilizará la plataforma ENOA3). Las Tablas 1 y 2 recogen el listado de los casos elegidos, tanto de los que se han desarrollado en este trabajo como los propuestos para completar el Módulo, indicando el temario de las clases magistrales que se cubrirán con las discusiones de cada uno.

En la elaboración de cada uno de los casos se han incluido los siguientes componentes:

1. **Ficha del caso:** Resumen, objetivos de aprendizaje que serán críticos para la aplicación de los criterios de evaluación.
2. **Caso:** Relato donde se plantea el problema que los estudiantes deben resolver. No siempre tendrá una única solución, pueden resultar de “respuesta abierta” puesto que eso forma parte de la experiencia investigadora real que se pretende mostrar a los alumnos.
3. **Guía del Profesor:** Orientaciones sobre cómo enseñar el caso, materia a cubrir durante el desarrollo del mismo y una lista de referencias y recursos adicionales.
4. **Solucionario del Profesor:** Respuesta a las cuestiones planteadas en el caso y que el profesor ha presentado a los alumnos.
5. **Recursos:** Presentaciones PowerPoint, vídeos, *Kahoot* y cualquier otro material a disposición del estudiante para resolver el caso.

Aunque definamos ésta como la estructura básica de un caso, no todos los casos de estudio propuestos constan de los mismos apartados, puesto que cada caso se adecúa a las necesidades específicas tanto del alumnado, del profesor como de la materia a impartir; pudiendo haber casos que carezcan de algunos de los elementos, o elementos adicionales en otros casos.

5.6.4. Desarrollo general de un caso en el aula

En general, los casos se han planteado para desarrollarse de la siguiente manera:

1. **Actividad presencial 1 (GG): Puesta en marcha del caso**
 - 1.1. **Presentación de un relato** ligado a la realidad de los alumnos que los motive a aprender y permita desarrollar los objetivos cognitivos y competenciales.
 - 1.2. **Planteamiento de una pregunta guía** abierta que ayude a detectar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema y les invite a pensar qué deben investigar y que estrategias deben poner en marcha para resolver la cuestión.
 - 1.3. Formación de **equipos de trabajo** de tres o cuatro alumnos.
 - 1.3.1. **Definición del trabajo** que deben desarrollar los alumnos: informe, póster, presentación, investigación científica, etc.
 - 1.3.2. **objetivos** cognitivos y competenciales que deben alcanzar.
 - 1.3.3. **criterios** para evaluarlos.
2. **Actividad no presencial 1 (GP):**
 - 2.1. **Identificación de las necesidades de aprendizaje:** Cada equipo debe recabar datos acerca de los conocimientos que poseen, cuáles son los que necesitan adquirir y reunir entre ellos ideas que les permitan alcanzarlos.
 - 2.2. **Planificación del trabajo:** Elaboración y presentación por parte de los alumnos de un plan de trabajo donde especifiquen las tareas previstas, los encargados de cada una y el calendario para realizarlas.
 - 2.3. Uso del **foro de tutorías** para recibir orientación y guía tanto del profesor como de los compañeros acerca de los documentos elaborados en los puntos 2.1 y 2.2.
3. **Actividad no presencial 2 (GP): Investigación.** Los alumnos buscan, contrastan y analizan la información que necesitan para realizar el trabajo. Uso del **foro de tutorías** para recibir orientación y guía tanto del profesor como de los compañeros. Cada grupo recopila la información que estime necesaria para dar respuesta a la pregunta planteada.

4. **Actividad presencial 2 (GG): Análisis y la síntesis.** Los diferentes grupos ponen en común la información recopilada, comparten ideas, debaten, elaboran hipótesis, estructuran la información y buscan, entre todos, la mejor respuesta a la pregunta inicial.
5. **Actividad no presencial 3 (GP). Elaboración del producto.** En esta fase los estudiantes tendrán que aplicar lo aprendido a la realización de un producto que dé respuesta con creatividad a la cuestión planteada al principio.
6. **Actividad presencial 3 (GG):**
 - 6.1. **Presentación.** Los alumnos exponen a sus compañeros lo que han aprendido y cómo han dado respuesta al problema inicial.
 - 6.2. **Respuesta colectiva a la pregunta inicial.** Una vez concluidas las presentaciones de todos los grupos, el profesor deberá reflexionar con los alumnos sobre la experiencia e invitarlos a buscar entre todos una respuesta colectiva a la pregunta inicial.
 - 6.3. **Evaluación y autoevaluación.** Se utilizará la rúbrica proporcionada con anterioridad, tanto por el profesor como por los alumnos, haciendo autoevaluación y evaluación entre pares.

Como se comentó anteriormente, la estructura de cada caso se ha adaptado a las peculiaridades del mismo y sus objetivos, pudiendo incluir (o no) distintos elementos, como se puede apreciar en los casos anexados a este TFG.

5.6.5. Evaluación

La evaluación en los casos de estudio es diferente a la evaluación tradicional. Entre otras cosas y debido a que el aprendizaje en esta metodología sucede a través del análisis y la discusión del caso, la participación de los estudiantes es muy importante y debe ser evaluada mediante el seguimiento de la asistencia y documentando su implicación en la discusión, y es conveniente hacerlo utilizando una rúbrica para evitar subjetividad. También es aconsejable usar una rúbrica para evaluar el resultado final que presente el alumno en respuesta a la cuestión primaria presentada, ya sea individualmente o en equipo. Se ha pretendido centrar el foco en la percepción y la generación de aprendizaje, más allá de la asignación de calificaciones numéricas. Los criterios de evaluación fueron:

- 1) Evaluación del proceso de **trabajo** y de los **resultados** presentados, teniendo en cuenta
 - a) Que presentaran evidencias válidas, procedentes de fuentes solventes (artículos indexados, webs de organismos solventes).
 - b) Que la información fuese clara, necesaria y conveniente, permitiendo al receptor captar fácilmente cómo se ha llevado a cabo la evaluación del problema.
 - c) Coherencia del proceso de análisis llevado a cabo, que debe haber sido siguiendo una secuencia organizada y lógica para llegar a la/s respuesta/s a los problemas planteados.
 - d) Resultados reales y respuestas posibles.
 - e) Grado de implicación, participación en búsqueda de soluciones y en las discusiones.
- 2) Evaluación de **conocimientos** y **competencias** y consecución de **objetivos** del caso mediante cuestionarios on-line (*Moodle, Kahoot*).

Autoevaluación y evaluación entre pares, mediante un cuestionario que contemplen los ítems que se enumeran abajo, para determinar el efecto de la estrategia de aprendizaje en el propio proceso de aprendizaje del alumno. Cada ítem se valorará en la escala de 1 (muy deficiente) a 5 (excelente): Razonamiento científico. Actitud personal hacia el trabajo. Trabajo en grupo. Habilidades interpersonales. Búsqueda, organización y presentación de información. Identificación de debilidades y necesidad. Capacidad para resolver problemas. Usar los dispositivos móviles para el aprendizaje. Usar las redes sociales para el aprendizaje. Uso de la bibliografía para resolver un problema biológico.

Debido a la novedad que supone tanto para el alumnado como para el profesorado la inclusión de esta metodología de evaluación de los casos de estudio, cada uno de los casos propuestos viene acompañado de una evaluación más *objetiva* basada en cuestionarios on-line (*Moodle, Kahoot*) así

como una serie de ejercicios propuestos que serán corregidos y evaluados por el profesor, para asegurar la correcta asimilación de los conceptos aprendidos por el alumnado.

5.7. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

La elaboración de este proyecto y sus materiales ha sido llevado a cabo en gran medida, por dos estudiantes, colaboradores de este proyecto, que lo han presentado como sus Trabajos Fin de Grado para finalizar sus estudios de Grado en Biología y en Bioquímica. Ambos TFG se adjuntan como evidencias. El resto de materiales elaborados son accesibles para su evaluación en la Plataforma ENOA (<http://moodle.uco.es/enoa3/course/index.php>, **Proyectos Coordinados de Innovación**), bajo las denominaciones *Proyecto de Innovación Docente I: Casos para el aprendizaje de Biología* y *Proyecto de Innovación Docente II: Casos para el aprendizaje de Bioquímica*. Estos materiales están bajo contraseña, ya que son *adaptaciones libres bajo licencia* de casos desarrollados por el National Center for Case Study Teaching in Science, University at Buffalo, State University of New York (Estados Unidos).

Este proyecto no ha recibido financiación alguna por parte de la UCO, pese a que en nuestra opinión supone un gran y buen trabajo tanto por parte de los profesores como de los alumnos implicados y puede suponer una gran mejora en el aprendizaje de nuestros estudiantes.

5.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Attard, A., E. Di Ioio, K. Geven and S. Santa (2010). Student Centered Learning. An Insight Into Theory And Practice Bucarest, Romania, European Students´ Union.
2. Bravo, R., Ugartemendia, L., Cubero, J., Uguz, C., and Rodriguez, A.B. (2018). Collaborative active learning: bioimpedance and anthropometry in higher education. *Adv Physiol Educ* 42, 605-609.
3. DiCarlo, S. E. (2006). "Cell biology should be taught as science is practised." *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 7(4): 290-296.
4. Harman, T., B. Bertrand, A. Greer, A. Pettus, J. Jennings, E. Wall-Bassett and O. T. Babatunde (2015). "Case-Based Learning Facilitates Critical Thinking in Undergraduate Nutrition Education: Students Describe the Big Picture." *J Acad Nutri Dietetics* 115(3): 378-388.
5. Johnson, B.R. (2018). Active Learning for Students and Faculty. *J Undergrad Neurosci Educ* 16, E32-E33.
6. Machemer, P.L., and Crawford, P. (2007). Student perceptions of active learning in a large cross-disciplinary classroom. *Active Learning in Higher Education* 8, 9-30.
7. Michael, J. (2001). In pursuit of meaningful learning. *Adv Physiol Ed* 25, 145-158.
8. Paul, R. (1995). Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world. Foundation for Critical Thinking. Santa Rosa, CA.
9. Roden, J.A., Jakob, S., Roehrig, C., and Brenner, T.J. (2018). Preparing graduate student teaching assistants in the sciences: An intensive workshop focused on active learning. *Biochem Mol Biol Ed* 46, 318-326.
10. Styers, M.L., Van Zandt, P.A., and Hayden, K.L. (2018). Active Learning in Flipped Life Science Courses Promotes Development of Critical Thinking Skills. *CBE Life Sci Educ* 17, ar39.
11. Weimer, M. (2002). *Learner-Centered Teaching: Five Key Changes to Practice*.

5.9. MECANISMOS DE DIFUSIÓN

Los casos elaborados se enviarán para su inclusión al *National Center for Case Study Teaching in Science, University at Buffalo, State University of New York* (Estados Unidos), que nos ha manifestado su interés en ampliar su colección de casos en castellano

5.10. RELACION DE EVIDENCIAS QUE SE ANEXAN A LA MEMORIA

Trabajos Fin de Grado en cuyo contexto se han elaborado los Casos y Fichas Resumen de los mismos. El resto de materiales elaborados serán accesibles bajo clave en el entorno de la plataforma e-learning *Moodle* de la UCO (hasta que se incorporen definitivamente a la asignatura, se utilizará la plataforma ENOA3).