



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

La bicicleta: mucho más que una máquina

The bicycle: more than a machine

Autora

Ana Santidrián García

Directora

Ana Carmen de Echave Sanz

FACULTAD DE EDUCACIÓN
Año 2020

Resumen

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) es una compilación de dos trabajos desarrollados en el Máster Universitario de Profesorado, el Proyecto Didáctico y el Proyecto de Innovación Didáctica, y surge por la falta de interés que existe en la sociedad actual por la ciencia en general y las materias de ciencias en las aulas, en particular. Una característica de la actualidad es que vivimos en la sociedad de la información, recibimos permanentemente noticias sobre avances y conocimientos y éstas precisan de capacidad de análisis y pensamiento crítico. A pesar de ello, el desconocimiento científico que impera en la sociedad actual limita a la hora de analizar la información que recibimos. Por ello, la enseñanza de las ciencias es un punto clave para la alfabetización científica hacia una sociedad sostenible, crítica, justa y solidaria que dote a las personas de actitudes y aptitudes necesarias para observar con claridad la información y los problemas de la vida real, afrontarlos analíticamente y ser resolutivas. Parte del desinterés por las ciencias en las aulas podría estar relacionado con la forma de enseñar ciencias y su escasa vinculación con el mundo que nos rodea, la falta de aplicaciones prácticas y la poca relación entre la ciencia, la sociedad y el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, realizar actividades experimentales partiendo de objetos y procesos cotidianos que den respuesta a las inquietudes del alumnado puede ser una fórmula para fomentar el interés por las materias de ciencias en las aulas. De esta forma, uno de los objetivos más importantes que se pretende con este TFM es crear mentes curiosas, fomentar el entusiasmo y, con ello, pensamiento crítico para poder caminar hacia una sociedad más sostenible y solidaria. No se trata de la trasmisión de conocimientos, sino que deben crearse las posibilidades para que el alumnado produzca y construya esos conocimientos.

Este TFM surge también por la preocupación ante la crisis social y ambiental. Ante un escenario de cambio climático, degradación de los ecosistemas, escasez y agotamientos de los recursos naturales del planeta, situación de pobreza extrema de más de mil millones de personas y cada vez más diferencias económicas y sociales entre países y estratos sociales, se impuso en la agenda internacional reconocer la vinculación existente entre dichos problemas, así como la necesidad y posibilidad de hacerles frente de forma integrada y con urgencia.

En base a lo expuesto anteriormente se desarrolla el presente TFM a través de un objeto cotidiano, que se transformará en didáctico: la bicicleta. El propósito es acercar de manera tangible varios de los objetivos que los currículos de la Educación Secundaria y Bachillerato recogen para la materia de física a través de la bicicleta. Además, se busca también reflexionar sobre la situación actual con sus retos ambientales y sociales y cómo la bicicleta es una herramienta para pedalear hacia la sostenibilidad y la solidaridad. Es mucho más que una máquina, es un elemento de la vida cotidiana con gran impacto a nivel social, político y educativo. Por estas razones, la edad del alumnado de Secundaria y Bachillerato es clave para que conozcan a fondo la bicicleta y todo lo que ello conlleva, su teoría y base científica, y su labor social. De esta forma, con este TFM, se pretende fomentar su uso ya que el alumnado la podrá conocer, utilizar, reparar y conservar mejor y será un paso clave hacia una sociedad más sostenible y amable para la vida. Este TFM es, por lo tanto, una forma de acercar la libertad y la sostenibilidad de manera práctica. Con la educación, y poniendo especial atención en la ciencia, podremos desarrollar una conciencia crítica de la responsabilidad social y política que tenemos como parte de la sociedad civil. Esto podrá enfocarnos para caminar hacia un buen proceso humano, hacia un mundo más habitable, hacia vidas dignas de ser vividas.

Palabras clave: didáctica de las ciencias, CTS, steam, bicicleta, física, cinemática, dinámica, sostenibilidad, solidaridad.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. LA BICI EN LA ESCUELA, UN OBJETO DIDÁCTICO	4
2.1. Objetivos generales	5
2.2. Objetivos de aprendizaje	6
i. Objetivo aprendizaje Actividad 1 Iniciación	6
ii. Objetivo aprendizaje Actividad 2 Desarrollo	7
iii. Objetivo aprendizaje Actividad 3 Aplicación	7
2.3. Contexto didáctico.....	7
3. METODOLOGÍA	9
4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS	10
4.1. Proyecto Didáctico	11
Iniciación	11
Desarrollo	13
Aplicación	19
Evaluación	21
Conclusiones	22
4.2. Proyecto de Innovación Docente	22
Iniciación	23
Desarrollo	24
Aplicación	25
Evaluación	27
Conclusiones	27
5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES DE FUTURO	28
6. BIBLIOGRAFÍA.....	32
7. ANEXOS	36
i. Anexo I: Alineamiento con los ODS	36
ii. Anexo II: Mapa conceptual análisis contenido académico	39
iii. Anexo III: Competencias LOMCE.....	40
iv. Anexo IV: Dinámica inicial.....	41
v. Anexo V: Texto herramientas manipulables y manipuladoras	42
vi. Anexo VI: Eficiencia energética medios de transporte.....	44
vii. Anexo VII: Taller lo que nuestro plato esconde	45
viii. Anexo VIII: Rúbrica de evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Proyecto Didáctico	48
ix. Anexo IX: Rúbrica de evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Proyecto de Innovación Didáctica	49

1. INTRODUCCIÓN

Ser profesora es un reto complejo e ilusionante. Comienzo así este Trabajo Fin de Máster (TFM) para poner en contexto a la persona lectora sobre la importancia que tiene para mi esta profesión.

Mis motivaciones para dedicarme a la docencia nacen de la inquietud por la falta de interés que existe en la sociedad actual por la ciencia en general, y las materias de ciencias en las aulas en particular. La ciencia es una herramienta fundamental para avanzar hacia una sociedad responsable y consciente. Creo que es necesario y urgente fomentar el pensamiento crítico, y la alfabetización científica puede ser un recurso para ello. Desde que me interesé por la docencia estoy firmemente convencida de que es un camino a seguir para asegurar vidas dignas a las generaciones presentes y futuras. Creo que la educación puede ser el motor de cambio que necesitamos para avanzar hacia una sociedad más solidaria y respetuosa, y dentro de esto, las ciencias son de vital importancia y a ello me gustaría dedicarme con toda mi ilusión y energía.

Una característica de la actualidad es que vivimos en la sociedad de la información, recibimos permanentemente noticias sobre avances y conocimientos y éstas precisan de capacidad de análisis y pensamiento crítico. A pesar de ello, el desconocimiento científico que impera en la sociedad actual limita a la hora de analizar la información que recibimos. Según la Confederación de Sociedades Científicas de España “la actitud de apertura ante la ciencia es más bien pasiva, sin correspondencia con el esfuerzo personal por interesarse e informarse acerca de la misma, y no ha ido acompañada de una visión de la ciencia como componente inexcusable de la cultura de la sociedad” (COSCE, s.f.). La enseñanza de las ciencias es un punto clave para la alfabetización científica hacia una sociedad sostenible, crítica, justa y solidaria que dote a las personas de actitudes y aptitudes necesarias para observar con claridad la información y los problemas de la vida real, afrontarlos analíticamente y ser resolutivas.

La educación debe ser un proyecto de maduración personal y liberación buscando potenciar la responsabilidad y con ello la libertad del alumnado para generar sujetos políticos activos críticos que su reflexión y acción lleven a la transformación social (Muñoz Gaviria, 2017). Para muchas personas, el conocimiento de la ciencia constituye un saber complejo y dogmático, expresado en un lenguaje difícil que está en manos de la minoritaria comunidad científica, que es la única capaz de entenderlo y progresar en dicho campo. A diferencia de esta visión, las ciencias pueden entenderse como una fuente de descubrimiento que permite elaborar explicaciones racionales de los fenómenos naturales. Esta es una visión de las ciencias enraizada en la curiosidad, desde la cual cualquier persona, en su deseo de comprender, puede formular preguntas, buscar respuestas y contrastarlas (Pujol, 2007). Con esta forma de afrontar la ciencia, se muestra que ésta es flexible y que está al alcance de todas las personas.

Parte del desinterés por las ciencias en las aulas podría estar relacionado con la forma de enseñar ciencias y su escasa vinculación con el mundo que nos rodea, la falta de

aplicaciones prácticas y la poca relación entre la ciencia, la sociedad y el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por un lado, para contrarrestar esta falta de interés, el alumnado necesita experimentar lo que aprenden teóricamente para afianzar sus conocimientos (Gil Pérez y col., 1993). Por otro lado, cuando lo que se enseña se encuentra alejado de la curiosidad del alumnado, éste no tendrá la sensación de aprender y si lo que aprende no es útil, carece de sentido, lo olvidará fácilmente. Por lo tanto, realizar actividades experimentales partiendo de objetos y procesos cotidianos que den respuesta a las inquietudes del alumnado puede ser una fórmula para fomentar el interés por las materias de ciencias en las aulas.

Este TFM en particular, surge por la preocupación ante la crisis social y ambiental actual. Ante un escenario de cambio climático, degradación de los ecosistemas, escasez y agotamientos de los recursos naturales del planeta, situación de pobreza extrema de más de mil millones de personas y cada vez más diferencias económicas y sociales entre países y estratos sociales, se impuso en la agenda internacional reconocer la vinculación existente entre dichos problemas, así como la necesidad y posibilidad de hacerles frente de forma integrada y con urgencia. En este marco nació la Agenda 2020-2030, elaborada por las Naciones Unidas, en la que se incluían los Objetivos de Desarrollo Sostenible o Sustentable (ODS) como una “herramienta capaz de orientar la necesaria transición global hacia la Sostenibilidad” (Naciones Unidas, 2015). Con estos 17 ODS y las 169 metas que dirigen y ajustan las acciones, se obtendrán los resultados deseados si, de manera general, las distintas acciones de desarrollo que se van proponiendo a nivel global con actuaciones concretas a nivel local, siguen estas líneas. El proceso de reflexión y elaboración de los ODS y sus metas ha contado con amplia participación de distintos sectores de la sociedad civil, académica, administraciones y organismos internacionales. Ahora es el momento que, tras este esfuerzo conjunto, las actuaciones de desarrollo integren estas líneas a nivel global. Este TFM toma como marco teórico de actuación la Agenda 2030 y está directamente alineado con los ODS (Ver Anexo I).

En base a lo expuesto anteriormente se desarrolla el presente TFM a través de un objeto cotidiano, que se transformará en didáctico: la bicicleta. El propósito es acercar de manera tangible varios de los objetivos que los currículos de la Educación Secundaria y Bachillerato recogen para la materia de física a través de un elemento de la vida cotidiana como es la bicicleta. Además, se busca también reflexionar sobre la situación actual con sus retos ambientales y sociales y cómo la bicicleta es una herramienta para pedalear hacia la sostenibilidad y la solidaridad. Muchas personas utilizan la bicicleta a diario sin tener conocimiento de las bases científicas de su construcción y funcionamiento y, sin embargo, se puede decir que todas las piezas tienen su fundamento en un determinado punto de la física. Por esta razón, nada mejor que mostrar al alumnado de Secundaria y Bachillerato que la bicicleta es un instrumento que permite comprobar muchas de las conclusiones físicas adquiridas y entender los principios físicos de manera concreta (Sánchez Real, 1988).

Con la bicicleta no solo se trabajará la Competencia Matemática y Competencias básicas en Ciencia y Tecnología, sino que también será una herramienta muy útil para trabajar Competencias Sociales y Cívicas conllevando “la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, en su concepción dinámica, cambiante y compleja, para interpretar fenómenos y problemas sociales” (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa). Como se verá a continuación, la bicicleta es una herramienta básica de la movilidad sostenible para caminar hacia un mundo más igualitario, solidario y respetuoso con las personas y el medio que nos rodea. También se trabajan en este TFM Competencias en Comunicación Lingüística, Competencia de Conciencia y Expresiones Culturales (Ver Anexo III).

Desde esta perspectiva se entiende que la bicicleta no es solo deporte, es también movilidad, es cuidados. La bicicleta es autogestión y emancipación. Si garantizamos la universalidad del uso de la bicicleta para todas las personas, generamos autonomía posicionándose fuera de la economía dominante: “dos ruedas, no cuatro, sin petróleo, sin guerras por este medio de transporte, solo se necesita aire, pedales, bielas, cadenas y ruedas” (Parry, 2011). Todos estos elementos muestran una forma de entendernos en sociedad desde la responsabilidad individual y colectiva, priorizando el cuidado personal, comunitario y medioambiental que genera un modelo de convivencia que sitúa a la vida y a las personas en el centro para crear espacios con mayor calidad de vida, es decir, lugares más tranquilos, sin contaminación del aire ni acústica, con menos violencia y agresividad vial, con más espacios verdes y con una infancia independiente que pueda jugar y desplazarse sola por la calle (Las Bielas Salvajes, 2018).

Además, la movilidad a dos ruedas hace que se potencien habilidades de orientación y emancipación. El diseño de las rutas nos obliga a conocer los espacios y planificar el recorrido con una visión integral. Aportando sensaciones propias del auto transporte, se consiguen personas más independientes, libres y poderosas. Una herramienta clave para los ecofeminismos y el urbanismo feminista (Bayona, 2018; Col·lectiu Punt 6, 2019). La bicicleta, como representación de la movilidad sostenible y del auto transporte, es clave para la igualdad de género. Como dijo la sufragista Susan B. Anthony “el uso de la bicicleta ha hecho más por la emancipación de la mujer que cualquier otra cosa en el mundo” (Grodira, 2016). Además, es también una herramienta clave de defensa frente a acoso machista de las calles (Sánchez Borroy, 2017).

El ciclismo en general ha sido también en distintas ocasiones un elemento vital en épocas de crisis (Lady X, 2018; Mariño, 2017) y actualmente, con la pandemia del virus Covid-19 se ha demostrado que los desplazamientos ciclistas es una forma segura de moverse (Galaup, 2020). Ni que decir tiene que las bicicletas son un motor de sostenibilidad energética no solo a través de la movilidad sino también de la construcción de bicimáquinas (Mora, s.f.). Este hecho ha de tenerse en cuenta en la realidad actual de crisis energética.

La bicicleta es además un elemento clave para la educación vial. La bicicleta favorece la fluidez del tráfico rodado, es saludable, económica, no contamina y es de fácil aparcamiento. Con la bicicleta también se fomentan valores esenciales en la seguridad vial como el respeto y la convivencia (Manso Pérez, 2017). Además, con el uso de la bicicleta en las aulas se desarrollan y ejercitan habilidades de orientación y capacidades psicomotrices. Actualmente el abuso del coche es un problema general en la mayor parte de los territorios por eso, es importante remarcar los beneficios de la movilidad sostenible en general, y la bicicleta como medio de transporte en particular. La bicicleta fomenta la autonomía, la convivencia, es el medio de transporte más eficiente, es saludable ya que se realiza actividad física moderada y cotidiana, es ecológico, proporciona calidad de vida a nuestros entornos, es democrática y económica (Melilla ConBici, 2013). La bicicleta es una máquina que puede ser adaptada a las necesidades de la persona usuaria. Se comprende así que es un elemento inclusivo y puede ser utilizada por personas que presenten algún tipo de diversidad tanto funcional como cognitiva (Fundación Once, s.f.). Es también un medio intergeneracional que puede ser adaptado a personas de edad avanzada (EnBiciSinEdad, s.f.).

Se concluye así que la bicicleta es mucho más que una máquina. Es un elemento de la vida cotidiana con gran impacto a nivel social y, a través de este TFM quiero demostrar que también puede tener un gran impacto a nivel educativo. La bicicleta es una máquina que nos hace grandes, que nos da poder, que nos divierte, que nos mantiene en forma y mejora nuestra salud, que nos lleva y nos trae, que nos reconcilia con la naturaleza de la que somos parte. Por estas razones, la edad del alumnado de Secundaria y Bachillerato puede ser clave para que conozcan a fondo la bicicleta y todo lo que ello conlleva, su teoría y base científica, y su labor social. De esta forma, con este TFM, se pretende fomentar su uso ya que el alumnado la podrá conocer, utilizar, reparar y conservar mejor y será un paso clave hacia una sociedad más sostenible y amable para la vida. Este TFM es, por lo tanto, una forma de acercar la libertad y la sostenibilidad de manera práctica.

2. LA BICI EN LA ESCUELA, UN OBJETO DIDÁCTICO

Este TFM se construye a partir de dos trabajos realizados durante el Máster, el Proyecto Didáctico y Proyecto de Innovación Didáctica correspondientes a las asignaturas de Diseño de actividades de aprendizaje de física y química y de Innovación e investigación educativa en física y química, respectivamente. Estos trabajos no son solo propuestas educativas que enseñan a aprender en la materia de física, sino que están pensados desde un cambio no sólo en lo educativo, sino, también, en lo político, económico, social, ecológico y cultural, entre otros; que permitan una comprensión de la realidad. De este modo, se explica que, con la enseñanza de las ciencias, no se trata solo de formar estudiantes que serán parte de la comunidad científica o tecnológica, tampoco se trata de la acumulación de conocimiento, sino que se trata de facilitar el desarrollo de capacidades para superar conflictos y enfrentarnos a esta realidad cambiante. La formación científica

dota a las personas de actitudes y aptitudes necesarias para observar con claridad los problemas de la vida real. Para ello es primordial, en el ámbito educativo, una redefinición del tipo de contenidos que se priorizan y del contexto en el que se enseñan (Sanmartí, 1997).

La bicicleta es un objeto cotidiano que está en nuestro entorno y también puede ser una herramienta de transformación social y política y, por todo lo expuesto en anteriormente, quiero profundizar con ella como herramienta educativa. A partir de este planteamiento durante mi formación en el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas he desarrollado los siguientes trabajos que aquí se compilan: el Proyecto Didáctico dentro de la asignatura Diseño de actividades de aprendizaje de física y química; y el Proyecto de Innovación Didáctica correspondiente a la asignatura de Innovación e investigación educativa en física y química. Además, este último trabajo se implementó en el Practicum II desarrollado en el IES Pablo Serrano en el Barrio de Las Fuentes de la ciudad de Zaragoza.

Tanto la asignatura de Diseño de actividades de aprendizaje de física y química como la de Innovación e investigación educativa en física y química me han permitido adquirir una visión más amplia de lo que implica la creación y desarrollo de proyectos didácticos. Dado que ambas asignaturas han sido cursadas durante el segundo semestre, he podido implementar en ellas los saberes recogidos durante todo el curso académico en otras materias. Esto es un punto clave para mostrar los aprendizajes adquiridos en el Máster de Educación. La decisión de elegir estos dos materiales para su presentación en el presente TFM también tiene un componente emocional ya que, durante su elaboración mi ilusión e interés por la práctica docente fue en aumento. Demostrar que a través de un elemento cotidiano como es la bicicleta se pueden trabajar varias competencias básicas, no solo la científica o tecnológica, es un reto que me ha ilusionado y, a través de él, he crecido en mi formación como profesora. Como se demuestra en el presente TFM, la bicicleta es un objeto didáctico que nos permite ir más allá de del campo de la educación teniendo también una implicación social y política en nuestras comunidades educativas.

El hecho de redactar el presente TFM en condición de profesora novel, supone un plus de motivación para implementar las metodologías innovadoras que se han tratado en las diferentes materias del máster. De este modo, se podrían dar situaciones de contraste entre aquellas personas aspirantes a docentes que quieren poner en práctica nuevas estrategias de aprendizaje activo frente a una comunidad docente de amplia experiencia que presentan ciertas reticencias hacia este tipo de implementaciones.

2.1. Objetivos generales

Como es lógico, el desarrollo del presente escrito busca como fin último un beneficio para el alumnado hacia quien va dirigida las propuestas de intervención, sin que por ello se renuncie a objetivos más orientados a la investigación académica. El objetivo general

del presente trabajo es llevar a cabo una propuesta de intervención aplicada a la materia de física a través de la bicicleta.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con los trabajos presentados en este TFM son:

- Despertar la curiosidad, el pensamiento crítico y fomentar la alfabetización científica.
- Utilizar elementos cotidianos para acercar el estudio de ciencias al alumnado.
- Poner en práctica algunos de los conceptos teóricos de la clase de física.
- Introducir al alumnado en la cultura científica utilizando simulaciones como una herramienta fundamental para la investigación y la experimentación.
- Diseñar actividades de experimentales adecuadas para el alumnado.
- Hacer que el alumnado reflexione sobre la sostenibilidad.

2.2. Objetivos de aprendizaje

Uno de los objetivos generales del Proyecto Didáctico y del Proyecto de Innovación Didáctica presentados en este TFM es crear mentes curiosas, fomentar el entusiasmo y, con ello, pensamiento crítico para poder caminar hacia una sociedad más sostenible y solidaria (Claxton, 1994). No se trata de, como señalaba Paulo Freire (2010), de la transmisión de conocimientos, sino que deben crearse las posibilidades para que el alumnado produzca y construya esos conocimientos. En esta línea Morin (1984) señala que hay que crear y formar seres humanos con ciencia, pero también con consciencia.

Otra de las funciones más importantes que se persigue es la promoción de la bicicleta como un símbolo y un medio de transformación social. Idealmente, después de la realización de éste, las actividades que aquí se presentan por parte del alumnado, el centro se incluirá en la participación del programa europeo STARS (Acreditación y Reconocimiento de Desplazamientos Sostenibles para Colegios) que tiene como objeto animar y premiar a los centros educativos que fomentan entre el alumnado los desplazamientos sostenibles y seguros, tanto a pie como en bicicleta. De esta forma se fomenta la autonomía de la juventud en la ciudad además de promover el compromiso con el espacio público, estilos de vida saludables y cuidar el medio ambiente (STARS, s.f.).

Los contenidos se secuencian siguiendo un orden disciplinar coherente organizado en una secuencia de tres actividades: iniciación, desarrollo y aplicación. Específicamente cada actividad tiene unos objetivos de aprendizaje concretos que se detallan a continuación.

i. Objetivo aprendizaje Actividad 1 Iniciación

Para el diseño de las actividades es fundamental situar al alumnado en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Por esta razón, en esta primera acción será de gran importancia analizar las características del grupo, de cada estudiante, sus ideas previas y las posibles dificultades a las que se pueden enfrentar a través de una dinámica grupal.

Con esta actividad se busca tener información sobre el grupo (roles, dinámicas, estructura grupal...), generar un clima de confianza, entrar en contacto con la bicicleta, y encontrar las experiencias prácticas del alumnado que acompañen al discurso sobre los conceptos teóricos relacionados con la cinemática y el desplazamiento a través de la bicicleta. Se busca que el alumnado sea capaz de reconocer las ecuaciones de los movimientos rectilíneo y circular y aplicarlas a situaciones concretas utilizando la bici y sus elementos. Supone el punto de partida de los proyectos didácticos presentados y, como se quiere fomentar que las actividades sean grupales, se busca crear un grupo cohesionado con un ambiente adecuado para llevar a cabo un aprendizaje más perceptivo, una mejor comprensión de los contenidos desarrollando un aprendizaje significativo.

ii. Objetivo aprendizaje Actividad 2 Desarrollo

Con esta segunda actividad, después de entender el movimiento de los cuerpos en la anterior, nos adentramos en la dinámica buscando comprender y reflexionar sobre, de una forma práctica, los conceptos de fuerza, energía y trabajo a través de la bicicleta y ser capaces de representar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

Especial interés tiene en esta actividad el análisis de la bicicleta como una máquina simple y la noción de *ventaja mecánica*. Buscando generar un pensamiento más reflexivo, se introducirá también la distinción entre máquinas manipulables y manipuladoras (Illich, 1973).

iii. Objetivo aprendizaje Actividad 3 Aplicación

En esta última actividad se busca entender el funcionamiento de las bicimáquinas, la importancia de hacer un uso razonado y razonable de la energía. Con este ejercicio se pretende reflexionar sobre criterios de sostenibilidad para que el alumnado se sensibilice sobre la importancia del consumo consciente y transformador en nuestro día a día.

Relacionado con lo anterior y haciendo uso de una bicilicuada se propone preparar un zumo con alimentos locales y de temporada. Se introducirán conceptos como agroecología y soberanía alimentaria y se reflexionará sobre su importancia para enfrentarnos a los retos sociales y medio ambientales que nos atañen.

2.3. Contexto didáctico

El Proyecto Didáctico y del Proyecto de Innovación Didáctica aquí recogidos van en relación a los contenidos de la materia de Física y Química en Secundaria y Bachillerato. Los contenidos que se van a tratar en esta propuesta son todos los relacionados con los conceptos de Fuerzas, Energía y Trabajo que aparecen en los currículos de Secundaria y Bachillerato (Ver Anexo II) recogidos en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, y en la Orden ECD/494/2018, de 26 de mayo, por las que se aprueban el currículo del Educación Secundaria y Bachillerato, respectivamente, y se autoriza sus aplicaciones en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

La comprensión de las concepciones y las dificultades del alumnado para el aprendizaje es un aspecto importante de la enseñanza. La identificación de los conceptos y teorías que se aprenden bien, y aquellos con los que tienen dificultades, es una guía para la enseñanza y el desarrollo curricular. El gran número de investigaciones publicadas sobre el tema muestran que los conceptos de fuerza y movimiento, trabajo y energía y sus relaciones son particularmente complejos. El grado de interés y preocupación en las investigaciones realizadas en didáctica de las ciencias en este aspecto es alto (Driver y col., 1992; Domenech y col., 2007). Uno de los resultados señalados por las diversas investigaciones en enseñanza de las ciencias habla de las dificultades de los estudiantes en comprender el concepto de energía, y en utilizar su principio de conservación en el análisis de fenómenos físicos (Driver y col., 1985).

Particularmente se ha constatado que los estudiantes cometen sistemáticamente ciertos errores, relacionados con contenidos fundamentales del concepto energía, tales como (Pacca, 2004):

- interpretar los fenómenos en términos de propiedades absolutas o cualidades, intrínsecas a un objeto en detrimento de posibles interacciones entre elementos de un sistema,
- buscar o atribuir causas a cualquier acción o movimiento observado en un fenómeno cualquiera,
- materializar o substancializar entidades abstractas, que son poco comprendidas.

Además, se han estudiado una serie de reglas intuitivas que parecen emplear los y las alumnas cuando prestan atención a las fuerzas que son las siguientes (Driver y col., 1992):

- Las fuerzas están relacionadas con los seres vivos.
- El movimiento constante requiere una fuerza constante.
- La cantidad de movimiento es proporcional a la cantidad de fuerza.
- Si un cuerpo no se mueve, no actúa ninguna fuerza sobre él.
- Si un cuerpo se mueve, hay una fuerza que actúa sobre él en la dirección del movimiento.

Construir los conceptos de energía, fuerza y trabajo no es fácil. El lenguaje cotidiano y los medios de comunicación transmiten significados de estos términos que no se corresponde con los que se dan desde la física y ello dificulta aún más la modelización de este constructo. Para la enseñanza de estos términos no es aconsejable partir de aproximaciones matemáticas como enseñar a utilizar la fórmula $F=m \cdot a$ o la ecuación: $W = F \times \Delta r = F \cdot \Delta r \cdot \cos\theta$.

Un punto de partida alternativo para proceder al análisis de estos conceptos es el trabajo práctico. Estudios anteriores afirman que no es aconsejable utilizar aparatos especializados de laboratorio o montar pruebas que verifiquen las leyes de Newton. Preferiblemente han de analizarse interpretaciones del mundo real usando materiales

propios de la vida cotidiana. Con este TFM se realizarán experimentos con la bicicleta que den lugar a observaciones que pongan en tela de juicio diversos aspectos de los puntos de vista previos a la instrucción que pueden dar lugar a los errores anteriormente descritos (Driver y col., 1992).

Además del contenido curricular de la materia de física en Secundaria y Bachillerato, los trabajos que se presentan en este TFM pretenden ser un puente para hacer reflexionar sobre la sostenibilidad, además de sobre la importancia y responsabilidad de nuestras acciones. Una de las dificultades de aprendizaje en este aspecto es la sociedad consumista arrolladora en la que vivimos sin preocuparnos por la obtención ni la procedencia de los recursos y materias primas que consumimos. Esto conlleva un distanciamiento sobre la situación actual que es de creciente gravedad: una insostenible realidad de emergencia planetaria. Acercarnos desde conceptos de física como energía y trabajo dará lugar a la reflexión sobre la lógica productivista que arrasa con recursos naturales y humanos frente a la lógica de la vida que es la única salida posible para la prevalencia de la existencia humana en el planeta de forma digna.

3. METODOLOGÍA

La propuesta de estos proyectos didácticos es a través de un aprendizaje experiencial y colaborativo. Se trata, pues, de la resolución de problemas a través de un objeto conocido como la bicicleta y cuando se analiza en este TFM se observa que puede ser factible.

Las actividades que aquí se presentan son dinámicas basadas en estrategias didácticas centradas en problemas de la vida cotidiana. Esta es una manera de trabajar transdisciplinariamente y, aunque el contenido curricular esté basado en física de Secundaria y Bachillerato, las competencias que se trabajan son más amplias como se ha descrito anteriormente y están interrelacionadas con otras materias como tecnología, biología, educación física...

Este TFM se basa en un modelo constructivista centrado en un aprendizaje experiencial. Así, nos proporciona una oportunidad extraordinaria de crear espacios para construir aprendizajes significativos desde la autoexploración y la experimentación. Al mantener al alumnado en contacto con un objeto conocido se inducirá la motivación y fomentará su interés por comprobar y demostrar conceptos teóricos haciendo uso, en este caso, de la bicicleta. Usar un objeto didáctico como la bicicleta, que después el alumnado puede llevar fuera del aula y usar en su vida cotidiana, proporciona ventajas didácticas como el acercamiento a la ciencia y fomento de la curiosidad. La alfabetización científica sale de este modo de las aulas y el ambiente escolar para propagarse en los hogares y entre las familias. Una manera adecuada también para involucrar a toda la comunidad educativa.

Todas las actividades aquí planeadas, en primera instancia, se pensaron para ser realizadas organizando al alumnado en grupos heterogéneos, donde las y los estudiantes trabajarán conjuntamente y de forma coordinada para resolver las tareas que se proponen en las

actividades. Trabajar en equipo y de forma cooperativa en el aula mejor la capacidad del alumnado para: resolver problemas, maximizar el propio aprendizaje y el del resto, comportarse de acuerdo a valores que rigen las relaciones entre personas valorando su importancia, adecuar los objetivos e intereses propios a los del resto del grupo, proponer acuerdos y respetarlos, y respetar opiniones e intereses diferentes al propio. Se decide agrupar al alumnado de forma heterogénea por el valor que implica que cada miembro sea capaz de enseñarle al otro algo que desconoce o no domina.

Para estructurar el grupo heterogéneamente se distribuye a los y las alumnas en tres columnas. En una columna del extremo se coloca a una cuarta parte del grupo que sean quienes destaquen por su iniciativa, capacidad de liderazgo, motivación y entusiasmo (entre otras cualidades). En la columna del otro extremo se coloca otra cuarta parte del grupo, quienes presentan dificultades, con bajo rendimiento escolar, poco motivadas o que precisan algún tipo de ayuda. En la columna central se coloca la mitad restante del grupo de clase. Una vez elaboradas las tres columnas, para crear los grupos, se elige a una persona de uno y otro extremo de cada columna y a dos de la columna central. También se tendrán en cuenta que en cada grupo haya equilibrio en cuanto a género, saber ir en bici o no, diversidad funcional, religión, etc. En general, se intentará que los grupos acojan todas las diversidades.

Para realizar estas actividades y por lo expuesto anteriormente, este TFM parte de dos enfoques metodológicos. Por un lado, el enfoque de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) que abarca un campo transdisciplinar de estudios sobre los efectos culturales, éticos y políticos del conocimiento científico y la innovación tecnológica colocando el énfasis en la interpretación sobre las utilidades, apropiaciones e impactos en la vida cotidiana de las personas, con el objetivo de romper las antiguas barreras de investigación científico-técnica. El objetivo es involucrar a la ciudadanía en un proceso de alfabetización científica y tecnológica. De esta forma se consigue caminar hacia una sociedad informada capaz de tomar decisiones en los campos de generación del conocimiento, ligando el enfoque CTS con el ámbito político y social (Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, s.f.).

Y, por otro lado, el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics), que se pueden entender como un subapartado de CTS, combinando ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas y que trabaja con una metodología basada en proyectos como es el caso de las tres actividades que se muestran a continuación.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS

El TFM que aquí se presenta se basa en varios trabajos presentados durante el Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas de la

Universidad de Zaragoza. A continuación, se detallan las actividades que se plantearon para llevar a cabo los objetivos planteados anteriormente en los trabajos realizados.

4.1. Proyecto Didáctico

El primer trabajo que aquí se presenta es el Proyecto Didáctico realizado en la asignatura de Diseño de actividades de aprendizaje de física y química. En él se utilizó una metodología para el diseño y la planificación de actividades de aprendizaje centrada en las necesidades formativas del alumnado, en el desarrollo de actividades y en la creación de situaciones que propicien el aprendizaje a través de la bicicleta y el trabajo cooperativo.

Desde el punto de vista de las necesidades del profesorado de Física y Química la realización de un Proyecto Didáctico constituye un elemento de partida fundamental para adquirir las capacidades necesarias para el diseño de actividades de aprendizaje que sean acordes con las competencias, los objetivos didácticos, las dificultades de aprendizaje del alumnado y el uso de procedimientos de evaluación formativa que impulsen esos aprendizajes.

A continuación, se presentan las actividades propuestas siguiendo el esquema de iniciación, desarrollo y aplicación.

Iniciación

La primera actividad diseñada se hace pensando en una evaluación inicial a través de una dinámica grupal para conocer al alumnado y las ideas previas con las que llega antes de la formación y crear un clima de confianza y respeto propicio para el trabajo en grupo (Ver Anexo IV).

A continuación, con las ideas recogidas en la dinámica anterior se trata de empezar a recoger conceptos de cinemática a través de la bicicleta con el Ejercicio I. Con ello principalmente, se busca que el alumnado sea capaz de reconocer las ecuaciones de los movimientos rectilíneo y circular y aplicarlas a situaciones concretas con la bicicleta, además de, determinar velocidades y aceleraciones. Para realizar la actividad se pretende distribuir al alumnado en grupos heterogéneos como se ha descrito anteriormente y cada grupo dispondrá una bicicleta para realizar el Ejercicio I.

Ejercicio 1 movimiento de una bicicleta

1. Vamos a entrar en contacto con nuestras bicicletas.

Se hacen marcas en el suelo para una distancia de 500 m. Con la bicicleta y un cronómetro cada miembro del grupo coge la bici, recorre esa distancia y se cronometra el tiempo. Si, aproximamos la aceleración a 1 m/s^2 ¿cuál será la velocidad final de cada caso?

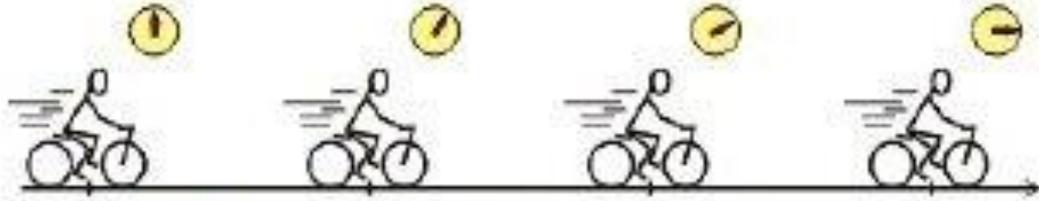


Figura 1: Dibujo representando el movimiento lineal de una bicicleta (Flecho06, 2012).

2. Estudiamos la relación entre las magnitudes lineales y angulares en el movimiento circular uniforme.

La figura representa un plato y un piñón unidos por una cadena. Estudiamos la relación entre sus respectivas velocidades angulares, y concluimos que las velocidades angulares son inversamente proporcionales a sus radios respectivos.

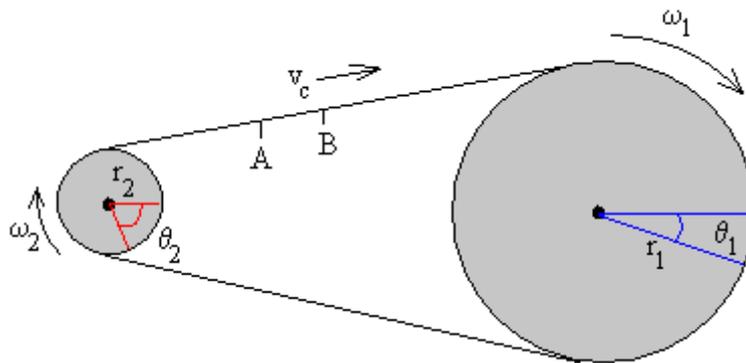


Figura 2: Plato y piñón unidos por la cadena (Franco García, 2016)

La velocidad de la cadena v_c es la misma que la velocidad de un diente del plato: $v_c = \omega_1 \cdot r_1$

La velocidad de la cadena v_c es la misma que la velocidad de un diente del piñón: $v_c = \omega_2 \cdot r_2$

Tenemos de este modo, la relación entre las velocidades angulares ω_1 y ω_2 es: $\omega_2 \cdot r_2 = \omega_1 \cdot r_1$

En el tiempo t un eslabón de la cadena se mueve de A a B. Un diente del plato gira un ángulo θ_1 y uno del piñón gira un ángulo θ_2 . Tendremos entonces la siguiente relación: $\theta_2 \cdot r_2 = \theta_1 \cdot r_1$

Ahora nos fijaremos en la rueda trasera. Si suponemos que el piñón es fijo, la velocidad angular del piñón ω_2 es la misma que la velocidad angular de la rueda trasera.

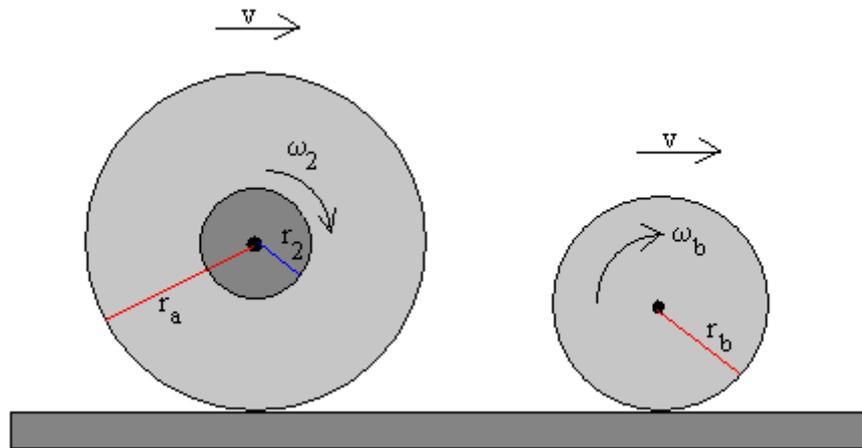


Figura 3: piñón y rueda (Franco García, 2016)

De modo que, la velocidad v_a de un punto de la periferia de dicha rueda es: $v_a = \omega_2 \cdot r_a$

Esta es la velocidad v con que se mueve el ciclista sobre la bicicleta.

El ángulo girado por dicha rueda en el tiempo t será: $\theta_a = \omega_2 \cdot t$

El eje de la rueda delantera está unido al eje de la rueda trasera mediante la estructura rígida. La velocidad de traslación de la rueda delantera es la misma que la de la rueda trasera. La velocidad angular de la rueda delantera será: $v = \omega_b \cdot r_b$

El ángulo girado por dicha rueda en el tiempo t : $\theta_b = \omega_b \cdot t$

3. Hacemos el estudio de velocidades angulares y lineales de forma experimental.

Con una bicicleta que dispone de tres platos y siete piñones de distinto radio estudiamos el conjunto plato-piñón de una bicicleta que es un ejemplo familiar de relación entre las magnitudes lineales y angulares en el movimiento circular uniforme. Medimos los datos relativos a la bicicleta: radio del plato seleccionado, r_1 ; radio del piñón seleccionado, r_2 ; radio de la rueda trasera, r_a ; radio de la rueda delantera, r_b .

Un miembro del grupo hace girar al plato con velocidad angular constante ω_1 . Haciendo uso de las explicaciones teóricas del punto anterior respondemos:

- ¿Cuál es la velocidad v que adquiere la bicicleta?
- Si cambiamos el piñón, ¿habrá algún cambio en la velocidad? ¿Y el plato?
- En el tiempo de 1 s, ¿cuánto se habrá desplazado la bicicleta?

Desarrollo

En esta segunda actividad se comienza estudiando y representando las fuerzas que actúan sobre una bicicleta recordando así las leyes de Newton. A continuación, se introduce el concepto de *ventaja mecánica* de las máquinas simples. Se trabajan los conceptos de trabajo y energía, diferenciación entre los distintos tipos de energía, además de establecer la ley de conservación de la energía mecánica. Para todo esto se propone el Ejercicio II.

Ejercicio 2 sistema de transmisión de la bicicleta

El comportamiento de la bicicleta, como cualquier otra estructura está regido por las leyes de Newton. La primera nos dice que un cuerpo permanece en reposo o se desplaza a velocidad constante, si no existe fuerza externa que se ejerza sobre él. La segunda, nos dice que una fuerza externa, F , provoca en un cuerpo de masa, m , una aceleración, a , tal que $F = m \cdot a$. Y la tercera y última, expone que toda acción sobre un cuerpo es contrarrestada por una reacción igual, pero de sentido contrario.

1. Vamos a repasar las leyes de Newton con este vídeo.

https://www.youtube.com/watch?v=JGO_zDWmkvk&feature=youtu.be



Figura 4: Las 3 Leyes de Newton en bicicleta

2. Estudiamos las fuerzas en la bicicleta

Se trata de que con una bicicleta cada grupo experimente y dibuja las fuerzas externas que intervienen en el sistema:



Figura 5: fuerzas que actúan sobre una bicicleta (Anónimo, 2015)

La fuerza de la gravedad: El peso de la persona ciclista y de la bicicleta es una fuerza que ejerce la Tierra sobre ambas y que actúan verticalmente y hacia abajo produciendo

una acción sobre el suelo $P = m \cdot g$, donde m es la masa en kg y g es la intensidad de la gravedad.

Las fuerzas de reacción: El suelo recibe el peso de todo el sistema y a la vez ejerce fuerzas de reacción sobre las dos ruedas de la bicicleta verticalmente y hacia arriba que equilibran al peso. $R1 + R2 = P$.

Las fuerzas de transmisión: Cuando la persona ciclista empuja el pedal, la fuerza se transmite mediante la biela al eje del plato. La cadena se tensa y transmite el movimiento y la fuerza sobre el piñón y este transmite la acción al eje de la rueda trasera.

La fuerza de rozamiento y la fuerza impulsora: La rueda trasera, al girar en sentido horario empuja al suelo hacia atrás mediante el rozamiento. La reacción del suelo es la que impulsa a la bicicleta hacia adelante. Esta fuerza de rozamiento no ha de confundirse con las fuerzas de rozamiento del aire y de los rodamientos: El rozamiento de la rueda con el suelo ayuda a avanzar. A la vez el contacto entre dos objetos en movimiento relativo produce un rozamiento que actúa en contra del movimiento.

3. Estudiamos en profundidad el sistema de transmisión de una bicicleta.

Con las actividades anteriores se ha empezado a conocer cómo funciona el sistema de transmisión con la actividad anterior. La fuerza de la persona ciclista es ejercida en los pedales y con el sistema de transmisión se consigue el movimiento gracias a la ventaja mecánica.

Todas las bicicletas poseen un sistema de poleas dentadas compuesto por el plato, el piñón y la cadena que permite transmitir la fuerza aplicada a los pedales. Al pedalear estamos aplicando una fuerza que genera un movimiento de rotación en el plato de la bicicleta; este movimiento giratorio se transmite al piñón por estar unido a través de la cadena.

Gracias a este dispositivo mecánico de dientes, cuando el plato gira arrastra al piñón y este a su vez, hace girar la rueda trasera.

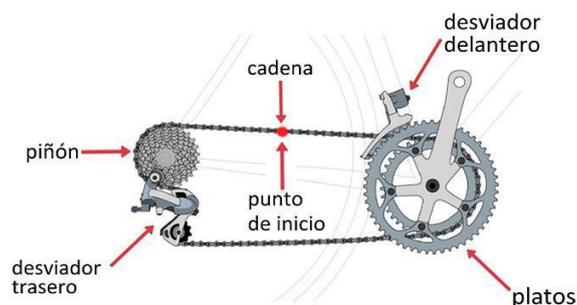


Figura 6: sistema de transmisión de una bicicleta (Álvarez, 2019)

4. Principio de ventaja mecánica

La bicicleta es una máquina entendiendo como tal todo dispositivo que sirve para: transformar energía o multiplicar una fuerza o cambiar la dirección de una fuerza. En cualquier máquina hay dos fuerzas mínimas requeridas: la que ejerce el hombre (potencia) y la que ejerce el objeto (resistencia).

La ventaja mecánica real es la relación (cociente) entre la Resistencia y la Potencia: $V_{MR} = R/P$

5. Palancas y sistema de transmisión

Existen diferentes tipos de máquinas simples que utilizan el principio de ventaja mecánica para funcionar tales como la palanca que está formada por es una barra rígida apoyada en un punto sobre la cual se aplica una fuerza en un extremo, para obtener una fuerza mayor en el otro.

Los elementos de una palanca son (ver Figura 7):

- a) El brazo de potencia: es la distancia que hay entre el punto donde se aplica la fuerza motriz (F_a) y el punto de apoyo (a).
- b) El brazo de resistencia: es la distancia que hay entre la fuerza resistente (F_b) y el punto de apoyo (b).
- c) Los distintos tipos de palancas se diferencian por la posición de la fuerza motriz y de la fuerza resistente con respecto al punto de apoyo. Vamos a estudiar las palancas de primer grado con el sistema de transmisión de la bicicleta.
 - Se coge la bici por grupos y se empieza a pedalear. Se dan varias vueltas y se cambian los piñones: ¿Por qué no nos movemos ni avanzamos de la misma manera cuando utilizamos distintos piñones? ¿Por qué razón usamos el plato grande para llanear y el plato pequeño para subir cuestas?

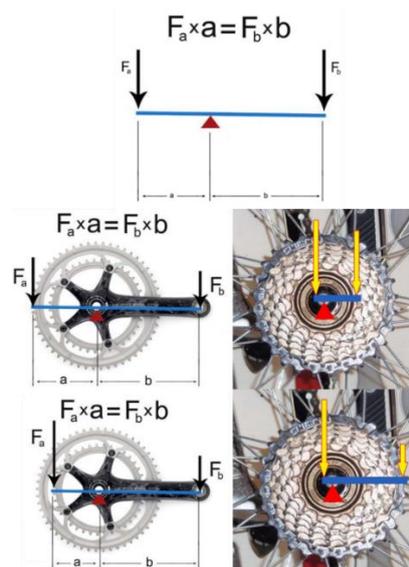


Figura 7: plato y piñones actúan como palancas de primer grado (La Ciclería, s.f.)

Se explica por la ley de la palanca: la ley de la palanca establece que en cualquier palanca se cumple que el producto de la potencia (F_a) por la distancia de su brazo (a) es equivalente al producto de la resistencia (F_b) por la longitud de su brazo (b).

- Ahora, hacemos los dos casos extremos. Dad una vuelta con el piñón más grande y el plato más pequeño (Caso 1) y la siguiente vuelta al revés, con el piñón más pequeño y el plato más grande (Caso 2).

¿Se nota alguna diferencia al pedalear?



Figura 8: distintos desarrollos en el sistema de transmisión de una bicicleta (La Ciclería, s.f.)

Ahora parad la bici y observad cuántas vueltas da el plato por cada vuelta que da la rueda en ambos casos.



1 vuelta de la rueda
=
1 vuelta del plato



1 vuelta de la rueda
=
1/3 vuelta del plato

Figura 9: distintos desarrollos en el sistema de transmisión de una bicicleta (La Ciclería, s.f.)

- Utilizando la ley de la palanca, ¿se puede establecer alguna relación entre la fuerza en ambos casos?

Las fuerzas cuando se desplazan, actuando sobre los cuerpos, realizan un trabajo que depende de la intensidad de la fuerza y del recorrido que haga.

$$\begin{aligned} \text{TRABAJO} &= \text{FUERZA} \times \text{DISTANCIA} \\ \text{TRABAJO CASO 1} &= \text{TRABAJO CASO 2} \end{aligned}$$

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

$$F_1 \times 1 = F_2 \times 1/3$$

$$3F_1 = F_2$$

6. Trabajo y energía

En la actividad anterior hemos visto que la persona ciclista para desplazarse realiza un trabajo que, genéricamente, se define como la fuerza que actúa sobre un cuerpo por la distancia que éste recorre en la dirección de la fuerza.

Y la capacidad de realizar un trabajo es la energía. La energía: mide la capacidad de un sistema para producir cambios. La energía se puede transmitir de unos cuerpos a otros, se puede transformar y se conserva.

- La energía que utiliza la persona ciclista es la energía metabólica. Pero, ¿cómo genera su cuerpo la energía necesaria?

El cuerpo humano es una máquina, fascinante y compleja, que transforma la energía metabólica o química, que proviene de los alimentos con los que se nutre, en la energía mecánica que, en parte, utiliza el cuerpo humano para mover sus músculos y, en mucha mayor medida, se hace calor (para casos avanzados se puede trabajar el 1º Principio de la Termodinámica). Por eso es de vital importancia, como veremos en el siguiente ejercicio, prestar atención a los productos con los que nos alimentamos (para casos avanzados se puede trabajar temas de bioquímica Figura 10).

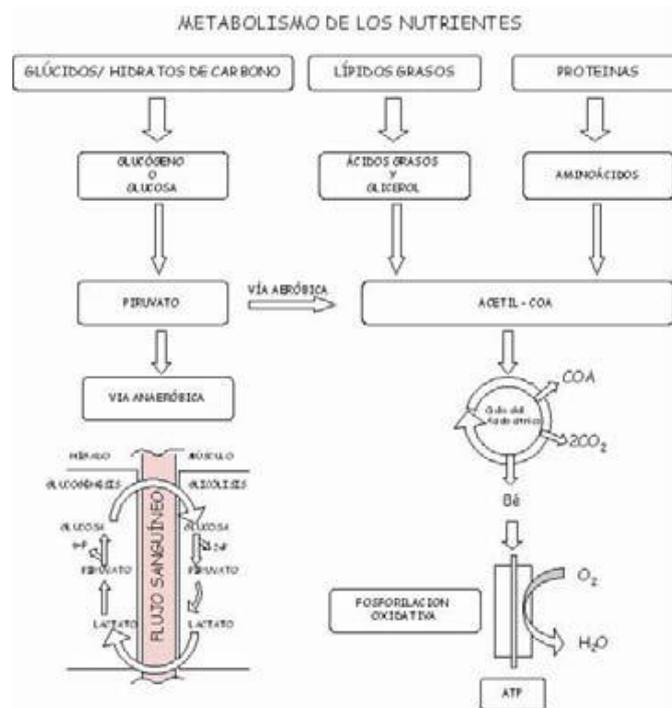


Figura 10: sistema metabólico del cuerpo humano (Navarro, 2010)

Para finalizar este ejercicio se planteará una puesta en común de conceptos clave sobre energía. La persona docente preguntará por cada uno de los conceptos que aparecen a continuación pidiendo un ejemplo relacionado con la bicicleta y el ciclismo.

- La **energía metabólica** se refiere a la energía interna almacenada en sus músculos de la persona ciclista. Esta energía procede de los alimentos y está almacenada en sustancias químicas que al transformarse contraen el músculo realizando trabajo.
- La **energía cinética**: La persona ciclista al pedalear suministra energía de movimiento a la bicicleta que se denomina energía cinética.
- La **energía potencial**: Está es una forma de energía que aumenta cuando subimos a una cierta altura. Al dejarnos caer por una cuesta se transforma la energía

potencial en energía cinética. Ocurre lo contrario cuando, impulsados a una cierta velocidad, ascendemos una cuesta.

- La **energía mecánica**: Es la suma de las energías cinéticas y potenciales de un sistema.
- **Disipación de la energía**: Cuando frenamos observamos que debido al rozamiento se produce calor. También con el rozamiento con el aire y en los rodamientos se produce calor. Este calor se transmite al ambiente y es energía que ya no es útil. Decimos que la energía se ha disipado.

Cada grupo tendrá un tiempo determinado para buscar información y debatir y finalmente se pondrá en común. La persona docente acompañará este proceso con preguntas que invitarán a la reflexión.

- ¿Qué consumo hacemos de energía externa?
- ¿Cómo utilizamos nuestra energía metabólica?
- ¿Cómo nos desplazamos en nuestro día a día?

Como práctica reflexiva se llevará a cabo la lectura de un texto sobre herramientas manipulables y manipuladoras (ver Anexo V) (Illich, 1973) y se hará una puesta en común. Al terminar la puesta en común se repartirán unos datos para calcular la eficiencia energética y reflexionar sobre los distintos medios de transporte en la ciudad (Ver Anexo VI) (La Ciclería, s.f.).

Aplicación

El proyecto didáctico finaliza con una actividad de aplicación tal y como se propone en el Ejercicio 3 sobre bicimáquinas. Se trata de utilizar una bicilicuada para preparar un zumo/batido con alimentos locales y de temporada.

Ejercicio 3 bicimáquinas

1. Lluvia de ideas

Ya sabemos que la energía metabólica del ser humano puede transformarse en energía cinética y desplazarnos gracias a las bicicletas. Comenzamos la actividad con una lluvia de ideas preguntando:

- ¿Qué otros usos os imagináis que puede tener esta combinación (bicicleta + energía metabólica) que no sea para desplazarnos?
- ¿Qué es una bicimáquina?

Es una máquina impulsada con pedales, aprovechando la fuerza física humana, para facilitar tareas generalmente cotidianas obteniendo una capacidad mayor en trabajos que se ejecutan manualmente.

Son máquinas basadas en el funcionamiento básico de una bicicleta adaptadas a muy diferentes usos.

- ¿Qué más usos, a parte de la movilidad, puede tener una bicicleta?

- ¿Sabéis lo que es una bicimáquina?
- ¿Cómo se pueden construir?

2. Tipos de bicimáquinas

Hablamos de la utilidad de las bicimáquinas a través de los distintos tipos.

Bicimolino/Desgranadora de Maíz: herramienta que adopta un molino y muy práctica para la producción y autoconsumo de harinas. El molino puede llegar a moler 1,5 kg por minuto de grano blando y puede ser utilizado para moler otros alimentos para la elaboración de concentrados. La desgranadora se utiliza en post-cosecha, facilitando el desgrane de maíz, economizando tiempo y dinero y desgrana diariamente de 20 a 26 kg de maíz sin limpiar y 12 a 15 limpio, necesitando solo una persona para operarla.

Bicilicuada: herramienta que desarrolla 6400 revoluciones por minuto y puede ser utilizada para el procesado de alimentos como frutas, verduras, etc., facilitando la labor doméstica sin el desgaste de energía eléctrica.

Bicibomba: herramienta para bombear agua con una capacidad de bombeo de 20 a 40 litros de agua por minuto en un pozo no mayor de 30 metros de profundidad. A diferencia de la bomba sumergible eléctrica que solo alcanza 12 metros. Puede usarse como fuente de agua potable o para un sistema de miniriego.

Vibradora (Tejas de Microcreto): máquina que mezcla mazas de cemento y arena de río, esparciendo las burbujas de aire y compactando la mezcla. Sirve para hacer tejas de microcreto con un molde.

Bicidespulpadora de café: herramienta que sirve para quitar la cáscara de los granos de café, obteniendo una producción de un 100 kg por 15 minutos

Biciesmeril: afilador de cualquier tipo de herramientas agrícolas.

Bicilavadora de ropa: máquina que consta de un tambor para poder lavar y centrifugar la ropa a pedales.

Bicigenerador de electricidad: puede proveer una fuente de bajo costo de electricidad para encender focos y aparatos de 8 a 12 V.

Biciazadón/arado: herramienta que ayuda en la agricultura a pequeña escala, rastrando, arando, y limpiando el suelo.

Bicidescascadora de nueces: máquina para descascarar la nuez de macadamia, 100kg cada 15 minutos.

Bicisierra: herramienta útil para pequeños artesanos de madera que serviría para economizar tiempo, dinero, y materia prima.

A continuación, se visualizará el siguiente vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=2agir3xepuQ>



Figura 11: Bicilicuada para fabricar champú de aloe (CyclingAtlas, 2011)

Y para finalizar, todas las personas que quieran podrán pedalear para obtener su propio zumo sano y nutritivo con la bicilicuada.



Figura 12: Dibujo de una bicilicuada (Anónimo 2015)

- ¿Por qué son interesantes estas máquinas?

Mostrar este tipo de máquinas que trabajan con nuestra energía metabólica es una herramienta clave para educar en sostenibilidad y mostrar los beneficios de la bicicleta más allá de como medio de transporte.

Se aprovecha esta oportunidad para realizar un taller con el objetivo de sensibilizar sobre conceptos clave para transitar hacia la sostenibilidad como son la agroecología, la soberanía alimentaria y el consumo consciente y transformador, taller “Lo que nuestro plato esconde” (Ver Anexo VII).

Se propone, a modo de síntesis y conclusión, terminar el Proyecto Didáctico con un mural colaborativo utilizando materiales reciclados (parte de ellos de componentes de bicicletas).

Evaluación

La evaluación es un punto clave en el proceso educativo. Se propone llevar la evaluación de este Proyecto Didáctico a cabo de diferentes maneras:

- Evaluación inicial: En la primera sesión se realiza una evaluación inicial para determinar el grado de formación e interés del alumnado en los temas anteriormente expuestos a través de una dinámica grupo (Ver Anexo III). Una vez

conocidos los resultados se adecuarán los contenidos al grupo. Esta evaluación no es vinculante y sirve como una evaluación de control para adecuar contenidos.

- Evaluación continua y formativa: Se propone llevar a cabo con carácter concreto para cada una de las actividades propuestas y de acuerdo con los criterios de evaluación especificados según Orden ECD/489/2016 y la Orden ECD/494/2016. Se utilizan tanto criterios cuantitativos como cualitativos. La observación sistemática y continua sirve para que el alumnado tenga un *feedback* de la evolución de su trabajo. Esto contará un 50 % de la nota final.
- Coevaluación: El alumnado evalúa las actividades de clase además de su propio aprendizaje realizando una coevaluación, en la cual las y los estudiantes evalúan a sus compañeras y compañeros de grupo. Esto contará un 20% de la nota final de la nota final.
- Evaluación final: Se realiza al final del Proyecto Didáctico una prueba objetiva cerrada grupal. Es decir, todos los grupos se unirán para hacer un examen escrito y la nota será la misma para todas las personas de clase. Esto contará un 30% de la nota final.

El proceso de enseñanza-aprendizaje se evalúa por la persona docente a través de una rúbrica de evaluación. En ésta, se evalúa si la metodología ha sido la correcta para que se logren los objetivos de enseñanza-aprendizaje. La rúbrica completa puede verse en el Anexo VIII.

Conclusiones

Este Proyecto Didáctico ha sido planteado para acercar la física a todos los niveles de Secundaria y Bachillerato a través de la bicicleta. Se ha realizado, por tanto, un trabajo partiendo de los conceptos más sencillos de la cinemática y dinámica. La potencialidad de la bicicleta como objeto didáctico, de todas formas, es muy superior a lo expuesto aquí. A través del mecanismo de la bicicleta se pueden explicar otros conceptos de la física como equilibrio (velocidad angular, conservación del momento angular, etc.) y electricidad y electromagnetismo (a través de la dinamo, generador: corriente eléctrica, ley de Ohm, circuitos de corriente continua, diodos, Ley de Faraday y Lenz, etc.), por ejemplo. Se muestra, así, que la bicicleta puede trabajar para grupos muy diversos, desde física inicial (planteada en este Proyecto Didáctico) hasta temas más avanzados correspondientes únicamente a los cursos de Bachillerato.

4.2. Proyecto de Innovación Docente

Con el Proyecto de Innovación Docente se trata de que, como docente, sea capaz de adquirir competencias para la mejora continua de mi práctica, además de la iniciación en la investigación educativa y la actualización didáctica permanente en el marco de las materias y asignaturas de Física y Química.

El Proyecto de Innovación se construye a partir del Proyecto Didáctico anteriormente presentado que en su génesis era 100 % teórico. El Proyecto de Innovación Docente que a continuación se explica se consiguió implementar en el desarrollo del Practicum II. Con la llegada de la emergencia sanitaria del virus covid-19 fue necesario seguir el curso académico de manera *online* y utilizar las plataformas virtuales que nos ofrecen las nuevas tecnologías (TIC). La UNESCO ya hablaba en 2008 de desarrollar métodos innovadores como la utilización de TIC para profundizar en el conocimiento y generarlo (UNESCO, 2008). Estas herramientas, bien empleadas, son claves para la alfabetización científica ya que fomenta la búsqueda, selección y valoración objetiva y crítica de la información científica disponible en contextos digitales (Valverde-Crespo, 2018).

Al introducirse las TIC la persona docente deja de ser el centro de la enseñanza y pasa a articular una nueva interacción entre los otros factores que interactúan en el quehacer educativo, las y los estudiantes, los materiales, los recursos y la información entre otros. La incorporación de las TIC no elimina ni menos simplifica el rol docente, sino que lo modifica en el sentido de que ya no es transmisora de conocimiento sino más bien generadora de instancias formativas donde las y los estudiantes interactúan con la información y los medios (Barberá, 2003). Diferentes estudios muestran que el uso de TIC para la docencia en ciencias aporta beneficios como despertar el interés del alumnado por los contenidos curriculares (Barreto et al., 2013) o el desarrollo de las habilidades cognitivo-lingüísticas en ciencias (Córdoba, 2018).

El propósito de este Proyecto de Innovación Didáctica y del Practicum II fue acercar a los alumnos de manera tangible varios de los objetivos que el currículo de 4º de ESO que recoge para la materia de Física y Química a través de un elemento de la vida cotidiana como es la bicicleta. Durante el Practicum II se realizaron tres sesiones basadas en una secuencia de iniciación, desarrollo y aplicación que se habían planteado en el anterior Proyecto Didáctico. A continuación, se muestran las actividades tal y como fueron enviadas a través de la plataforma *Google Classroom* al alumnado.

Iniciación

Si tuvieras que elegir la mejor máquina de todos los tiempos, ¿qué dirías?

Yo creo que, por su simplicidad, su eficiencia y su utilidad elegiría la bicicleta. Es un ejemplo perfecto de cómo las ideas científicas puras pueden aprovecharse para llevar a cabo una pieza de tecnología muy práctica. Y eso os quiero proponer en las sesiones de esta semana: echar un vistazo a la física de las bicicletas, ¡y por qué son tan geniales!

Y para empezar con este tema que tanto me apasiona me gustaría saber qué pensáis. Os invito a realizar el siguiente formulario (no cuenta para nota así que no os preocupéis):



- ¿Montas en bicicleta? ¿Qué es lo que más te gusta? ¿Y lo que menos? ¿Por qué las bicis son tan geniales?
- ¿Es la bicicleta una máquina? ¿Cómo es posible mover una bicicleta? ¿A dónde va tu energía?
- ¿Cómo funcionan las ruedas de la bicicleta? ¿Por qué las ruedas tienen radios?
- ¿Sabéis qué es el sistema de transmisión de una bicicleta? ¿Y cómo funcionan los cambios (platos y piñones) de la bicicleta?

Al terminar el formulario te aparecerá un link que te llevará a un documento pdf con las respuestas a las preguntas y comprobarás que todos los mecanismos de la bici tienen una explicación física... ¡Es fascinante!

Para terminar con esta presentación de la bicicleta os dejo un vídeo sobre la historia de la bicicleta. ¡A ver qué os parece! https://www.youtube.com/watch?v=KCCy1s_0dMQ



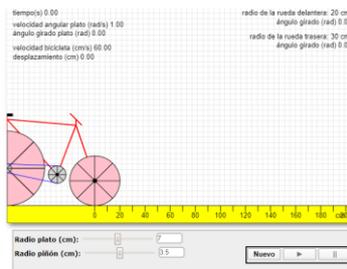
Esta semana seguiremos trabajando con la bicicleta... Y, ¡atención! con cinemática y dinámica.

Desarrollo

En la primera sesión hemos explicado algún concepto básico de cómo funciona la bici.

Ahora, vamos a trabajar el movimiento circular uniforme con el movimiento de una bicicleta y establecer las relaciones entre velocidades angulares a través de una simulación.

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/cinematica/bicicleta/bicicleta.html>



En la primera parte de la página web se explica con detalle cómo está relacionada la velocidad angular del sistema de transmisión con la velocidad que adquiere la bicicleta. Relacionando las velocidades angulares y los ángulos con los radios de los platos y los piñones se puede obtener esta información.

Ahora, utilizaremos la simulación. Para trabajar con la simulación se trata de modificar el radio del plato y el radio del piñón y se pulsa el botón titulado Nuevo para empezar cada experiencia. Observa el movimiento de las dos ruedas de la bicicleta, del plato y del piñón.

El radio de la rueda trasera $r_a=30$ cm, el radio de la rueda delantera $r_b=20$ cm, la velocidad angular del plato $\omega_I=1.0$ rad/s están fijados por la simulación. En la parte superior se proporciona los datos relativos a: el tiempo; la velocidad angular del plato, y el ángulo girado en dicho tiempo; la velocidad de la bicicleta; el desplazamiento de la bicicleta; el radio de la rueda delantera y el ángulo girado por esta rueda; el radio de la rueda trasera y el ángulo girado por esta rueda.

Vete jugando cambiando el plato y el piñón en la simulación para ver la diferencia de tiempos. Familiarízate con la simulación para poder hacer a continuación las actividades que propongo y responder a las preguntas.

Realiza los siguientes casos y responde.

- Caso 1: Radio plato 5cm y radio piñón 5 cm.
- Caso 2: Radio plato 9 cm y radio piñón 2 cm.
- Caso 3: Radio plato 7 cm y radio piñón 3.5 cm

¿Qué tiempo tarda la bicicleta en cada caso en recorrer los 200 cm? ¿Por qué en un caso tarda más que en otro?

Prueba distintas combinaciones posibles y anota los tiempos en la siguiente tabla. ¿En qué casos coincide el mismo tiempo? ¿Puedes calcularlo matemáticamente con las explicaciones de la página web? Rellena la tabla con el tiempo dado por la simulación y el tiempo calculado con las fórmulas matemáticas.

Experiencia	Radio piñón (m)	Radio plato (m)	t simulación(s)	t calculado (s)
1				
2				
3				
4				
5				

Aplicación

Hoy vamos a trabajar la última sesión con la bicicleta.

A continuación, te propongo varias actividades. Cada una tiene un vídeo para ver y contestar a las preguntas que aparecen.

ACTIVIDAD 1

Para convencerte (si todavía no lo estás) de que las bicicletas son geniales te presento con este vídeo a Maya Pedal: una organización guatemalteca que construye bicimáquinas muy útiles en comunidades rurales en las que no llega, por ejemplo, la luz o el agua corriente.



Inspirador, ¿verdad? Y ahora piensa... ¿Para qué más puede utilizarse una bici?

ACTIVIDAD 2

Pues, por ejemplo, también nos puede servir como ascensor.



Ahora después del vídeo, ¿cómo piensas que funciona el ascensor en bici?

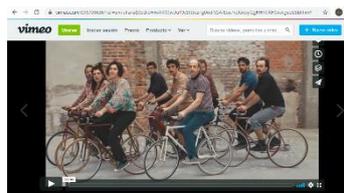
ACTIVIDAD 3

Y no solo como bicimáquinas... Sino que utilizando partes de la bici se pueden crear auténticas obras de arte esta animación con 18 imágenes



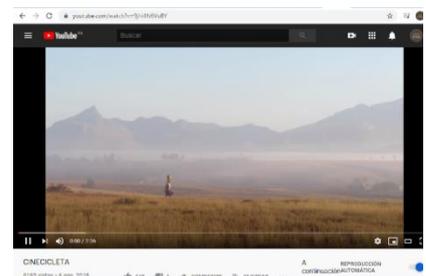
¿Cómo se consigue que parezca una animación?

ACTIVIDAD 4



Y no solo la animación... sino que también otras disciplinas artísticas como el circo o el cine trabajan con la bici para conseguir grandes obras.

El proyecto Cineticicleta es especialmente inspirador: Carmelo e Isabel atravesaron África llevando películas a cientos de aldeas donde no hay electricidad. Un proyecto cultural, social y tecnológicamente sostenible que me encanta.



¿Qué te han parecido estos ejemplos relacionados con el arte?

Y si quieres conocer un poco más a fondo la importancia de la física en la bici... Te recomiendo la película “El escocés volador” que cuenta la vida del ciclista amateur escocés Graeme Obree. Un campeón que se fabricó su propia bici (entre otras cosas con piezas de lavadora) con la que batió records mundiales. ¡Espero que te guste!



Evaluación

La evaluación del alumnado durante la puesta en práctica de este Proyecto de Innovación Docente en el Practicum II se hizo de la siguiente manera: se midió la influencia en el dominio afectivo mediante una encuesta y en el dominio cognitivo mediante las pruebas de evaluación que se detallan a continuación:

- Evaluación inicial: En la primera sesión se realizó una evaluación inicial para determinar el grado de formación e interés del alumnado a través de un formulario Google con las preguntas expuestas. Una vez terminado se les dará las respuestas ya que estarán relacionadas con el contenido que se verá en la siguiente sesión. Se aplicó así el modelo *flipped classroom* para despertar la curiosidad e interés del alumnado.
- Evaluación continua y formativa: a lo largo de las tres sesiones se llevó a cabo la observación sistemática continua y formativa con posterior evaluación para que el alumnado tuviese un *feedback* de la evolución de su trabajo. Las preguntas de la sesión 2 sirvieron para evaluar contenidos y la sesión 3 interés.

Finalmente, se pidió al alumnado rellenar un cuestionario para obtener valoración de la formación recibida por la persona docente. La encuesta para evaluar el dominio afectivo fue la siguiente:

1. Menciona una de las cosas más importantes que hayas aprendido en las sesiones "La física y la bici".
2. ¿Crees que tenías la suficiente preparación para estas sesiones? Indica por qué.
3. ¿Cómo crees que se podría mejorar estas clases?
4. ¿Te lo has pasado bien con estas sesiones? Puntúa de 1 a 6 (siendo 1 "me ha parecido aburrido" y 6 "me lo he pasado muy bien").
5. ¿Cuál es la actividad que más te ha gustado?
6. Respecto a mi trabajo como docente, ¿qué es lo que más te ha gustado? ¿Y lo que menos?
7. ¿Hay algo más que quieras añadir?

El proceso de enseñanza-aprendizaje se evaluó con una rúbrica presentada en el Anexo IX.

Conclusiones

A pesar de las dificultades para adecuar las clases a la nueva situación de educación *online*, se ha visto como el uso de la bicicleta para explicar física en el curso de 4º ESO ha sido un éxito.

La educación *online* ha cambiado el paradigma. Con el uso de las TIC yo, como docente he desempeñado una serie de roles diferentes a la educación presencial como son: consultora de información, facilitadora, desarrolladora de materiales, y supervisora académica. Durante la puesta en práctica de este Proyecto de Innovación Didáctica a través del Practicum II, funcioné más como catalizador del aprendizaje. En este caso

fueron realmente el alumnado y las herramientas TIC, como la plataforma *online Google Classroom* y las simulaciones utilizadas, por ejemplo, las protagonistas del proceso.

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES DE FUTURO

Con la elaboración del presente TFM se ha desarrollado una propuesta de intervención docente que pone de manifiesto las ventajas de la utilización de la bicicleta como objeto didáctico. Como ha quedado constatado a lo largo del texto, el marco educativo elegido ha sido la Educación Secundaria y Bachillerato. La elección de este objeto y ámbito viene dada, no solo por mi afinidad personal y profesional, respectivamente, sino por una intención de poner en práctica todo lo descrito en este texto en un futuro próximo como docente para caminar hacia un mundo más sostenible y solidario. En este sentido, se ha intentado desarrollar los trabajos académicos que aquí se presentan desde una perspectiva realista y una visión de aplicación práctica, pudiendo llevar a cabo el Proyecto de Innovación Didáctica a través del Practicum II en el IES Pablo Serrano.

La realización de los trabajos compilados en este TFM, Proyecto Didáctico y Proyecto de Innovación Docente, supuso un reto emocionante al que me enfrenté con entusiasmo. Encontrar un hilo conductor para caminar hacia una realidad más sostenible a través de la bicicleta y la enseñanza de la física ha supuesto un reencuentro con la vocación docente y la apertura de un mundo de posibilidades que enlazan campos aparentemente lejanos pero muy vinculados e importantes para contribuir a una mejora de la situación de crisis social, medioambiental y económica que estamos viviendo. Todo esto ha conseguido que finalice el Máster de Profesorado con la firme convicción de que la educación puede y ha de ser transformadora y con la ilusión de trabajar en este campo como.

La intervención educativa y mi experiencia como docente en prácticas considero que fue muy enriquecedora. A su vez, los resultados obtenidos con el alumnado fueron muy satisfactorios. A pesar de que los días de confinamiento ya pesaban y la motivación del alumnado disminuía, la participación fue muy alta (81-100%) y las calificaciones de las actividades evaluables también (8 sobre 10 de nota media). Durante el Practicum II los objetivos planteados en este TFM se consiguieron. Es de destacar que varias personas del alumnado incidieron en que les hubiese gustado realizar estas actividades de forma presencial. La mayoría de los miembros del grupo disfrutaron de las clases calificándolo como “me lo he pasado muy bien” y remarcaron que habían aprendido cosas nuevas como el funcionamiento del sistema de transmisión de la bicicleta y los diferentes usos que puede tener un elemento tan cotidiano como es la bici destacando, sobre todo la parte social. Quiero remarcar que el hecho de que el alumnado destacase estos dos puntos es muestra clara de que la bicicleta puede ser un objeto didáctico muy útil para las clases de ciencias y a su vez, incorporar una función transformadora socialmente. Los objetivos se cumplieron. A través de este TFM se demuestra así que la bicicleta, un elemento cotidiano, es una herramienta muy poderosa de gran impacto a nivel social y educativo.

Y que trabajar transversalmente en las clases de ciencias otras materias humanistas no solo es aconsejable, sino que es necesario y urgente.

Desde el punto de vista del tutor del Practicum II, que supervisó las clases en todo momento, lo más positivo fue la integración de las actividades, no solo en el currículo de la asignatura sino también en el contexto del trabajo a distancia ya que no era sencillo dar continuidad al trabajo que se estaba realizando. Esta experiencia me ha habilitado de las capacidades necesarias para llevar a cabo una educación *online* de calidad. Sin embargo, creo que estas actividades, como la docencia en general, hubiese sido mucho más provechosa con las clases presenciales. La aparición de la pandemia debida al covid-19 y el posterior estado de alarma en la segunda mitad del curso académico 2019-2020 ha supuesto una importante revolución en el panorama educativo. Ante este nuevo escenario, se han tenido que modificar las metodologías de enseñanza-aprendizaje, así como los criterios de evaluación en todos los niveles educativos adaptándome como estudiante de profesorado en prácticas a ello. Aunque los esfuerzos realizados tanto por parte del profesorado, como desde los propios centros educativos y desde la administración han sido enormes, personalmente considero que con el estado de alarma se ha demostrado la fragilidad de nuestra sociedad y con ello también de este sistema educativo. Por un lado, hay que resaltar que la brecha digital se acentúa en esta situación, puesto que no todo el alumnado dispone del acceso a los recursos de las TIC junto a una conexión a Internet que le permita realizar videollamadas grupales o acceder a determinados recursos en red. Además, las personas que más sufren esta brecha digital, dicho sea de paso, suelen ser parte de colectivos vulnerables o en riesgo de exclusión. La educación ha de ser uno de los puntos clave para caminar hacia una sociedad justa, equitativa y solidaria. Para solventarlo, nos hará falta determinación y voluntad y capacidad para construir espacios y situaciones de aprendizaje equitativas, lo cual no siempre será fácil.

Además, como docente en prácticas considero que ante el nuevo escenario que ha irrumpido en nuestras vidas, surgiendo el mundo *online* como modo alternativo a la educación presencial es una forma de educación no suficiente para cumplir con los objetivos de las competencias planteadas en la ley actual de educación LOMCE ya que dificulta la transmisión de determinados valores sociales. Paralelamente a esto, como no hay una comunicación constante entre el profesorado y el alumnado, y entre las propias alumnas y alumnos, se crea en cierta medida el aislamiento de las personas. Todo esto dificulta el trabajo cooperativo que era la idea primera del Proyecto Didáctico y que no supe cómo realizarlo en el Practicum II. En una estructura de la actividad individualista, la persona estudiante consigue su objetivo: aprender aquello que el profesorado le enseña con independencia de que las demás consigan su objetivo. En este caso no hay interdependencia de finalidades. Sin embargo, en una estructura de la actividad cooperativa, una o un estudiante consigue la doble finalidad que persigue: aprender aquello que la persona docente le enseña y contribuir, a través del trabajo en equipo, que lo aprendan también sus compañeras y compañeros y así aprender a trabajar en equipo, como un contenido más que se ha de trabajar en la educación. Nos enfrentamos a partir

de ahora a un cambio social y educativo mucho más profundo de lo que posiblemente podíamos llegar a imaginar. Tenemos la oportunidad de generar nuevas respuestas a estas nuevas necesidades, y no solo de hacerlo, sino de hacerlo bien.

Todos estos hechos me han hecho reflexionar sobre qué tipo de docente quiero ser. Solo desde la firme convicción que me acompaña de que otro mundo es posible y de que la bicicleta es una herramienta empoderadora y transformadora de la sociedad, he sido capaz de realizar y disfrutar realizando este TFM. Estas consideraciones me han llevado a darme cuenta de que, en educación, como en la vida misma, solo aquello que se hace con el corazón es verdadero y creo que los principios básicos de educación popular y educación permanente aprendidos en la asignatura de Educación para Personas Adultas del Máster de Educación cuadran con mi propósito y lo que puedo aportar en materias educativas. Considero que los conceptos desarrollados de educación permanente y educación popular pueden servirnos para transformar el papel de la educación en un proceso de desarrollo fundamental y construcción política. Por un lado, frente a la utilización de la educación para la producción en los mercados globales y la reducción del valor de la enseñanza a su utilidad económica, la educación permanente establece la formación como oportunidad de desarrollo intelectual, que asegure la comprensión crítica, la alfabetización política, el desarrollo personal, el respeto mutuo y el rechazo a una educación impuesta (Apple, 1991). “La expresión educación permanente designa un proyecto global encaminado tanto a reestructurar el sistema educativo existente, como a desarrollar todas las posibilidades de formación fuera del sistema educativo” (UNESCO, 1976). La educación permanente parte de las demandas de los grupos y personas, pero planteadas desde procesos de autorreflexión, desarrollo y cooperación, no de un sistema de valores competitivo y está centrada no en el ámbito escolar sino en el de la cultura popular, en el de la identidad colectiva. Es pues una educación para todas, de todas y por todas las personas. Todas han de intervenir en el diseño y la gestión. Por otro lado, la educación popular es parte complementaria en este proceso. Según Freire (1986), la praxis como “reflexión y acción de los hombres sobre el mundo para transformarlo” es uno de los puntos clave. En este proceso dialéctico de Freire, se parte siempre de la práctica social y a partir de ella, la persona va produciendo su propia interpretación teórica. La educación es comunicación, diálogo. No es una transferencia de saberes sino un encuentro entre personas que buscan la significación de los significados. La educación no es transferencia sino coparticipación en el acto de aprender. Por tanto, la educación implica un acto permanente de descubrimiento y redescubrimiento de la realidad. Así, las personas que participan en esta educación son sujetos, no objetos, con sus bagajes, sus saberes y sus potencialidades. Hacer a la persona responsable y partícipe de su propio proceso de educación, considerarla un ser activo, individual en sus necesidades e intereses y autónoma lo hace responsable y comprometida con su realidad. Supera la educación, por tanto, la dualidad educación y vida, convirtiéndose en un ejercicio de responsabilidad a nivel personal, social y político. Al igual que se ha de superar la barrera entre el conocimiento científico y el humanista. Esto es mi objetivo principal como futura profesora. Creo que, ante la encrucijada medioambiental y climática en la que nos

encontramos y la situación social, fomentar el pensamiento crítico, recoger y atender la responsabilidad social que tenemos y poner la vida en el centro se impone como el único camino por el que seguir avanzando.

La alfabetización científica es un punto crítico para avanzar hacia este camino y transitar hacia una sociedad sostenible y solidaria. Hemos de distinguir entre la ciencia a servicio del sistema capitalista y la ciencia de la humanidad. Actualmente parte de la ciencia se ha puesto también al servicio del consumismo frenético. Algunos de los avances tecnológicos parcialmente nos empujan y nos imponen un modelo de vida que tiene comodidades y atracciones, pero que, por detrás, atenta contra la vida. No nos engañemos, la tecnología no nos salvará. Es necesario una reflexión profunda y un cambio en el discurso ético-político. Urge adquirir un papel de sujetos activos y críticos en la actualidad. La pasividad y complacencia de esperar a que los hechos ocurran o los hagan sujetos externos también es causante de esta situación. Es necesario comprometernos con la vida y tener posturas personales, criterios individuales y capacidad de exigencia a los poderes de este mundo. Para esto, el pensamiento crítico y la visión holística que aporta la ciencia son fundamentales y la docencia es la herramienta clave para transmitirlo.

Finalizando este TFM y con ello reflexionando sobre mis aprendizajes y experiencias durante el Máster de Profesorado, creo que la docencia, que también tiene parte de aprendizaje, es placentera y exigente. La tarea docente exige seriedad y una alta preparación científica, física, emocional y afectiva. Hemos de enseñar, y aprender, con todo nuestro ser: con nuestros miedos, deseos, sentimientos, emociones, dudas... Con pasión y también con la razón crítica, pero jamás sólo con esta última. Es preciso ser personas atrevidas para no caer en la separación de la inteligencia cognoscitiva y la inteligencia emocional. Ambas se encuentran unidas. Al igual que se encuentran unidas las competencias científicas con las sociales y cívicas.

La labor del profesorado es una tarea que requiere una predisposición por querer bien, no sólo al alumnado, al profesorado compañero y a la comunidad educativa, sino también al propio proceso que ella implica. Creo que es imposible enseñar sin la valentía de querer transformar las relaciones interpersonales. Con la tarea docente viene de la mano un coraje de querer bien, de vivir la vida con intensidad e insistir en buscar caminos de cambio y transformación para salir de la actual situación de crisis. La docencia tiene consigo una querencia especial hacia el cuidado y al amor. La educación lleva implícito el pensamiento en el bien mutuo y compartido. Con la educación, y poniendo especial atención en la ciencia, podremos desarrollar una conciencia crítica de la responsabilidad social y política que tenemos como parte de la sociedad civil. Esto podrá enfocarnos para caminar hacia un buen proceso humano, hacia un mundo más habitable, hacia vidas dignas de ser vividas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R. (2019) *La bicicleta como sistema*. Figura.
- Anónimo (2015) *Fuerzas y Movimiento*. Figura. Recuperado de <https://fuerzasmovimiento2015.blogspot.com/2015/04/fuerzas-y-movimiento-el-movimiento-que.html>
- Anónimo (2015) *Procedimiento*. Figura. Recuperado de http://linternamanualybicilicuadaora.blogspot.com/2015/07/procedimiento-conseguir-materiales_23.html
- Apple, M. W. 1991. Programas conservadores y posibilidades progresivas: el conocimiento de la política general del currículo y la enseñanza. Recuperado de: http://www.quadernsdigital.net/datos/hemeroteca/r_7/nr_94/a_1095/1095.htm
- Barberá Gregori, E. (2003). Profesores para la era de la información. ¿Cuál es el perfil?, *Revista Pensamiento Educativo*, 21(32) 190-203.
- Barreto. A. C., Barreto, M. (2013). Implantación de las TIC en la materia Química Inorgánica, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2) 253-268.
- Bayona, E. (2018) *Biela y tierra: cuando el ecofeminismo se pone a pedalear*. publico.es. Recuperado de <https://www.publico.es/sociedad/m-ambiente/ecofeminismo-biela-tierra-ecofeminismo-pone-pedalear.html>
- Claxton, G. (1994). *Educación de mentes curiosas. El reto de la enseñanza de la ciencia en la escuela*. Madrid, España: Aprendizaje Visor.
- Col·lectiu Punt 6 (2019). *Urbanismo feminista por una transformación radical de los espacios de vida*. Barcelona, España. Virus Editorial.
- Confederación de Sociedades Científicas de España (s.f.). *Ciencia y sociedad*. cosce.org. Recuperado de <http://www.cosce.org/ciencia-y-sociedad/>
- Córdoba Martínez F., Castelblanco Castro, J.L., García-Martínez A. (2018) Desarrollo de las habilidades cognitivo-lingüísticas en ciencias bajo la modalidad de educación virtual a distancia, *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3) 163-178.
- CyclingAtlas (2011) *Maya Pedal: Bicimáquinas*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=2agir3xepuQ>
- Domenech, J.L., Gil-Perez, D., Gras-Martí, A., Guisasola J., Martínez-Torregrosa, J., Trumper R., Valdés P, Vilches, A. (2007). Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science & Education*, 16, 43-64.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1992) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid, España. Ediciones Morata.
- Driver, R., Warrington, L. (1985) Students' use of the principle of energy conservation in problem situation. *Physics Education*, 20, pp. 171-176.

- EnBiciSinEdad, s.f. *España pedalea sin edad por el derecho a sentir el viento en el pelo*. Recuperado de: <https://enbicisinedad.org/espana/>
- Flercho06 (2012) *Cinemática todo lo que necesitas saber*. Fotografía. Recuperado de: https://www.taringa.net/+ciencia_con_paciencia/i-cinematica-todo-lo-que-necesitas-saber_1392wa
- Franco García, A. (2016) *Movimiento de una bicicleta*. Figura. Recuperado de: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/cinematica/bicicleta/bicicleta.html>
- Freire, P. (1986) *La educación como práctica de la libertad*. Editorial Siglo XXI. Madrid.
- Freire, P. (2010). *Pedagogía de la autonomía*. buenosaires.gob.ar. Recuperado de <https://www.buenosaires.gob.ar/areas/salud/dircap/mat/matbiblio/freire.pdf>
- Fundación Once, s.f. *Ciclismo*. Discapnet, el portal de las personas con discapacidad. Recuperado de: <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/deporte/deporte-adaptado/ciclismo>
- Galaup, L. (2020) *La bicicleta gana protagonismo durante la pandemia: varias ciudades europeas promueven su uso para evitar contagios*. eldiario.es. Recuperado de: https://www.eldiario.es/internacional/coronavirus-bicicleta_0_1016999312.html
- Gil Pérez, D., De Guzmán Ozámiz, M. (1993) *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones*. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/oeivirt/ciencias.htm>
- Gisbert Cervera, M. (2002). El nuevo rol del profesor en entornos tecnológicos, *Acción Pedagógica*, 11(1) 48-59.
- Grodrrira, F. (2016). *La bicicleta, vehículo en la emancipación de la mujer*. Pikara Magazine. Recuperado de: <https://www.pikaramagazine.com/2016/05/la-bicicleta-vehiculo-en-la-emancipacion-de-la-mujer-2/>
- Illich, I. (1973) *La convivencialidad*. Barcelona, Barral. Editorial Barral.
- La Cicleria (s.f.) *La física de la bicicleta*. Figuras.
- Lady X (2018) *El club ciclista que se convirtió en Batallón Antifascista*. agenteprovocador.es. Recuperado de: <http://www.agenteprovocador.es/publicaciones/el-club-ciclista-que-se-convirti-en-batalln-antifascista>
- Las Bielas Salvajes (2018). *Pedalea, vuela, sé salvaje*. elsaltodiario.com Recuperado de: <https://www.elsaltodiario.com/saltamontes/pedalea-vuela-se-salvaje>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

- Manso Pérez, V. 2017. *El ciclista: responsable y seguro*. Recuperado de: <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/educacion-vial/recursos-didacticos/jovenes/educacion-vial-eso/ALUMNOS-U2-EL-CICLISTA.pdf>
- Mariño, H. (2017) *La bici que salvó a los judíos del Holocausto*. publico.es. Recuperado de: <https://www.publico.es/culturas/gino-bartali-judios-holocausto.html>
- Martínez López M., Xuriguera Martín, E., Roca Vallmajor, A., Chimenos Ribera, J.M., Cruells Cadevall, M., Fernández Renna, A. I., Molera Solá, P., Llorca Isern, N., Segrra Rubí, M., Vilalta Martí, E., Viñals Oliá, J. (2010) Las TICs, nuevas herramientas para la docencia en el E. E. E. S., En M.G. Bagur-González, M.G. et al. (eds.), *V Reunión innovación docente en química: libro de comunicaciones* (pp CO-03-1-2). Granada: Universidad de Granada.
- Melilla ConBici, 2013. *Educación vial en bicicleta*. Recuperado de: <https://melillaconbici.com/2013/05/19/educacion-vial-en-bicicleta-2/>
- Mora, V (s.f.) *Maya Pedal: bicimáquinas por la sostenibilidad económica y social de áreas rurales*. morethangreen.es. Recuperado de: <http://www.morethangreen.es/maya-pedal-bicimaquinas-por-la-sostenibilidad-economica-y-social-de-areas-rurales/>
- Morin, E. (1984). *Ciencia con consciencia*. Barcelona, España. Anthropos Editorial del Hombre.
- Muñoz Gaviria, D. A. (2017). La educación como práctica de la libertad: una lectura antropológico pedagógica al pensamiento de Paulo Freire. *Kavilando*, 9 (1), 26-41.
- Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. un.org. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Navarro, P., Rui-Wamba, J., Fernández-Camps, A., Altisench, O., García-Bañuelos, C., Julià, J., Rui-Wamba Martija, M. A. (2010) *La ingeniería de la bicicleta*. Madrid, España. Fundación Esteyco.
- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo por la que se aprueba el currículo de Educación Secundaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Orden ECD/494/2018, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Pacca, J. L., Henrique, K. F. (2004) Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía, *Enseñanza de las ciencias*, 22(1), 159-166.
- Parra, M. G. (2006). *Ética en las organizaciones: Construyendo confianza*. Pearson Prentice Hall.

- Parry, E. (2011). *Spin*. evalynparry.bandcamp.com Recuperado de <https://evalynparry.bandcamp.com/album/spin>
- Pujol, R. (2007). *Didáctica de las ciencias en la Educación Primaria*. Madrid, España: Síntesis.
- Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (s.f.) *Espacio CTS*. [revistacts.net](http://www.revistacts.net). Recuperado de <http://www.revistacts.net/espaciocts>
- Sánchez Borroy, A. (2017). “*La bicicleta supone libertad para las mujeres*”. eldiario.es. Recuperado de: https://www.eldiario.es/aragon/sociedad/bicicleta-supone-libertad-mujeres_0_716728437.html
- Sánchez Real, J. (1988) *La física de la bicicleta*. Madrid, España: Ediciones de la torre.
- Sanmartí, N. (1997) *Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones*. Recuperado el 17/12/2019 de <http://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ense%C3%B1anza-de-las-Ciencias-Neus-Sanmart%C3%AD.pdf>
- STARS, s.f. *Proyecto Stars*. starsespaña.com. Recuperado de <http://www.xn--starsespa-19a.com/>
- UNESCO, 1976. XIX Conferencia General Nairobi. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114038_spa
- UNESCO (2008). Estándares TIC para la formación inicial docente: Una propuesta en el contexto chileno. Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación de Chile (ENLACES). Santiago de Chile. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000163149>
- Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A.J., González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2) 2105.
- Zaragoza Dinámica (2018), Recuperado de <https://www.zaragozaconsumoresponsable.org/>

7. ANEXOS

i. Anexo I: Alineamiento con los ODS



ODS 2: HAMBRE CERO

Poner en valor, difundir y sensibilizar a la población sobre la importancia de las pequeñas y medianas explotaciones de carácter familiar dirigidas por campesinas y campesinos que con prácticas agrícolas resilientes que contribuyen al mantenimiento de los ecosistemas y favorecen la adaptación al cambio climático es será un punto clave en la Actividad 3. La divulgación de los conceptos de agroecología, soberanía alimentaria y ecofeminismo que se realiza en este TFM entroncan perfectamente con este objetivo ya que son enfoques y estrategias ampliamente reconocidas como elementos clave para abordar la sostenibilidad y el acceso a alimentos sanos justos y sostenibles para todo el planeta.



ODS 3: SALUD Y BIENESTAR

La salud y bienestar pasa ineludiblemente por la práctica de ejercicio físico y una alimentación de calidad, variada y libre de tóxicos y con un sistema de producción que no contamine el entorno. Frente al coche, un sistema de movilidad privado en el que las personas van cerradas de manera estanca sin utilizar su energía metabólica, se propone la bici, una forma de desplazamiento que se integra en el territorio transitado a la vez que se realiza ejercicio con el cuerpo. Frente a una industria alimentaria que defiende una dieta homogénea y globalizada, con productos procesados que nos enferman reflexionaremos sobre importancia clave que tiene en nuestra sociedad el "sentarse a comer" no solo para alimentarnos sino para disfrutar de una gastronomía rica y saludable, momento para compartir con la familia y amigos y poner en valor la riqueza cultural y cultivada de nuestra tierra.



ODS 5: IGUALDAD DE GÉNERO

Este TFM tiene una perspectiva ecofeminista desde su génesis. El ecofeminismo engloba diversas corrientes sociales y de pensamiento y denuncia que la economía, la cultura y la política hegemónicas se han desarrollado en contra de los pilares que dan y mantienen la vida. A través del Ecofeminismo, se proponen alternativas de organización económica y política, de modo que se puedan recomponer los lazos rotos entre las personas y con la naturaleza. Poner la vida en el centro, la vida del planeta y la vida de las personas como alternativa y salida ante la crisis social y ambiental se intuye la propuesta más lógica resiliente y adecuada. Sostener la vida, los cuidados, el trabajo doméstico, velar por la comunidad, tener una visión de sostenibilidad que incluya a las generaciones futuras es parte de las

funciones que tradicionalmente han sido asumidas por las mujeres y han de ser visibilizadas.



ODS 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

Desplazarnos en bicicleta, el transporte más eficiente energéticamente y no contaminante que existe en el planeta, ya encaja radicalmente con la propuesta de este Objetivo. Reflexionar sobre y reivindicar una movilidad sostenible y no contaminante en la que la bicicleta tiene un enorme potencial para mejorar la eficiencia energética y el cambio de hábitos entre la población en relación a la manera en que organizan y proyectan sus desplazamientos es de vital importancia.



ODS 8: TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Uno de los elementos en los que incide este ODS es la necesidad desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente. Este TFM pretende ser un puente para tomar conciencia de la codependencia de las actividades que realizamos y de que los recursos naturales de los que disponemos son finitos y debemos preservarlos. Y también pretende mostrar alternativas frente al consumo devastador de recursos y personas. Éstos son factores clave para poder afrontar los retos del futuro.



ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

Uno de los objetivos principales de este TFM es divulgar la importancia de una perspectiva de urbanismo feminista en nuestras ciudades que permitan poner la vida en el centro. Sobre la sostenibilidad y resiliencia de nuestros hábitos debemos reflexionar todas las personas.



ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLE

Abandonar la lógica extractivista, que arrasa con recursos naturales y humanos, anteponiendo la lógica del capital frente a la lógica de la vida es la única salida posible para la prevalencia de la vida en el planeta como la entendemos hoy en día. Ecofeminismo, agroecología y soberanía alimentaria son pilares conceptuales de este TFM y del que penden las herramientas prácticas que nos van a permitir superar la lógica mercantilista. Divulgar estos conceptos, informar, generar espíritu crítico y sensibilizar a la población en relación a la trascendencia de nuestro modo de consumir es uno de los retos de esta propuesta.



ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA

Utilizar la bici para nuestros desplazamientos es una pieza clave para luchar por el clima. Además, prestar atención al consumo que hacemos y los alimentos que comemos son también acciones muy necesarias. La situación climática es muy crítica y se vislumbran escenarios de colapso.

Una gran parte de la población no ha tomado todavía conciencia de la gravedad de la situación y aquellos que lo han hecho en ocasiones caen en el catastrofismo y la impotencia. Visibilizar alternativas que proponen acciones concretas y reales para revertir la situación es, por un lado, es un elemento motivante y esperanzador, y por otro una buena excusa para lanzar reflexiones sobre las causas de la situación que estamos viviendo.



ODS 15: VIDA ECOSISTEMAS TERRESTRES

Con el uso de la bicicleta ayudamos a la conservación y a la puesta en valor, pues transitas el territorio y te empapas de él, de la biodiversidad silvestre y de los agroecosistemas como elementos clave para establecer estrategias de adaptación al cambio climático. Es imprescindible que el

alumnado conozca e integre el desarrollo sostenible como un desarrollo que pasa por vivir conectados con los ritmos de la naturaleza, usando de manera racional los recursos. Conocer e integrar los conceptos clave y que proponer alternativas como la bici para llegar a ellos es sin duda un elemento esencial para la toma de conciencia.

ii. Anexo II: Mapa conceptual análisis contenido académico

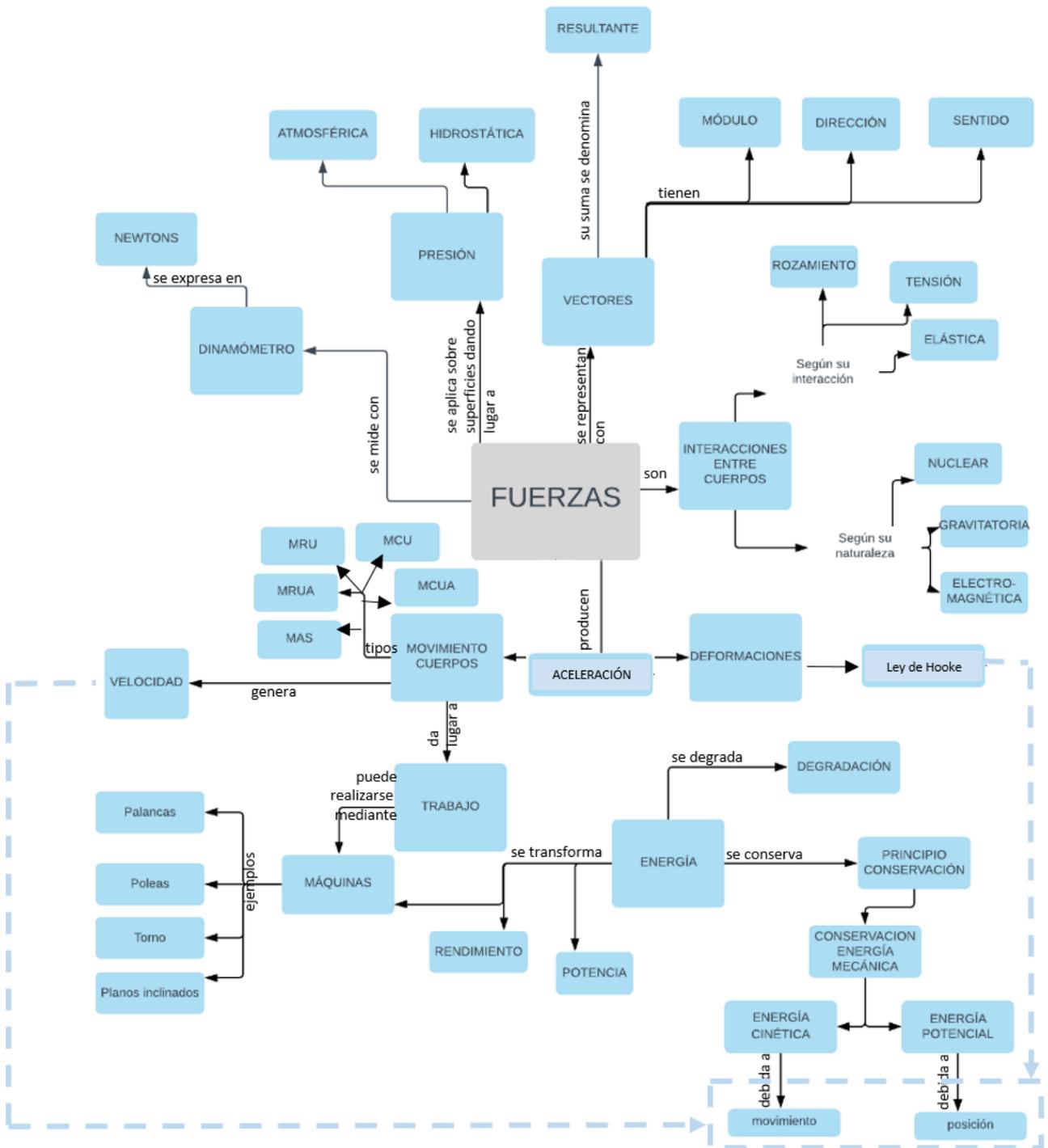


Figura 13: Mapa conceptual con el análisis del contenido académico recogido en la Orden ECD/489/2016, y la Orden ECD/494/2018, ambas de 26 de mayo, por las que se aprueban los currículos de Educación Secundaria y Bachillerato, respectivamente y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

iii. Anexo III: Competencias LOMCE

Competencia Matemática y Competencias Básicas en Ciencia y Tecnología: El desarrollo de la Física está claramente unido a la adquisición de esta competencia. La utilización del lenguaje matemático aplicado al estudio de los diferentes fenómenos físicos, a la generación de hipótesis, a la descripción, explicación y a la predicción de resultados, al registro de la información, a la organización e interpretación de los datos de forma significativa, al análisis de causas y consecuencias, en la formalización de leyes Físicas, es un instrumento que nos ayuda a comprender mejor la realidad que nos rodea.

Competencias Sociales y Cívicas: En el desarrollo de la materia deben abordarse cuestiones y problemas científicos de interés social, valorando la importancia del trabajo en equipo para adoptar decisiones colectivas fundamentadas y con sentido ético, dirigidas a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos con criterios de sostenibilidad.

Competencia en Comunicación Lingüística: Se desarrollará a través de la comunicación y argumentación, aspectos fundamentales en el aprendizaje de la física, ya que el alumnado ha de comunicar y argumentar los resultados conseguidos, tanto en la resolución de problemas como a partir del trabajo experimental. Hay que resaltar la importancia de la presentación oral y escrita de la información, utilizando la terminología adecuada. El análisis de textos afianzará los hábitos de lectura, contribuyendo también al desarrollo de esta competencia.

Competencia de Conciencia y Expresiones Culturales: Se desarrollará a partir del conocimiento de la herencia cultural en los ámbitos tecnológicos y científicos de la física de la bici.

iv. Anexo IV: Dinámica inicial

Esta actuación se basa en una actividad para fomentar el diálogo y la convivencia además de hacer una evaluación previa de las ideas que tiene el alumnado. Con esto, se trata de inculcar valores democráticos al alumnado y caminar hacia protocolos más equitativos. Durante la dinámica se potenciará la autonomía, iniciativa y toma de decisiones en la fase de añadir o quitar conceptos e ideas. También se buscará que desarrollen el espíritu crítico y la creatividad, ya que tienen que analizar las propuestas de todo el grupo y podrán tener la posibilidad de introducir nuevas. Finalmente, se busca que desarrollen el respeto hacia las opiniones de los demás miembros de clase, la búsqueda de consenso y la responsabilidad de las decisiones tomadas.

La persona docente tomará notas de las ideas que van saliendo sin intervenir. Su acción será de liderazgo auténtico (Parra, 2006) y democrático como forma de realizar un acompañamiento hacia la vida adulta para crear individuos libres y responsables en una sociedad que no puede basarse en la servidumbre. Todo proyecto educativo, en última instancia, es un proyecto de la sociedad que se desea alcanzar. La bicicleta es una oportunidad para trabajar la sostenibilidad, la igualdad de género y la inclusión de la diversidad.

La dinámica se desarrollará de la siguiente manera:

1. Cada alumna y alumno escriben en 5 papeles separados palabras o frases cortas que contesten a estas preguntas: ¿Cómo funciona una bicicleta? ¿Qué es la bicicleta para ti? ¿Para qué utilizas la bicicleta?
2. Se levanta todo el alumnado y se dispone en semicírculo.
3. En la primera ronda todo el alumnado participa en orden y pone uno de los papeles que ha escrito en el centro.
4. Nunca puede haber dentro más de 7 papeles dentro.
5. Cuando se llega a ese número, si alguien quiere añadir uno, deberá primero quitar otro del centro.
6. Cada alumna y alumno tiene 3 oportunidades para intervenir (añadir y/o quitar un papel del centro).
7. Tras una intervención se deberá esperar al menos a que otras 3 alumnas o alumnos intervengan antes de intervenir de nuevo, sólo puede quitar un mismo papel dos veces y sólo puede introducir un mismo papel dos veces.
8. Cuando todo el mundo ha terminado sus intervenciones, se revisa la lista de 7 papeles que hayan quedado en el centro.

Se trabajan las siguientes preguntas con todo el grupo: ¿Está todo el mundo de acuerdo con el resultado global que ha quedado? ¿Qué cambiaríais? ¿Cómo podemos llegar a una situación de compromiso? ¿Sabéis lo que significa tomar decisiones por consenso?

v. Anexo V: Texto herramientas manipulables y manipuladoras

Esta lectura (Illich, 1973) es un punto de reflexión sobre las máquinas y el sistema de producción industrial y capitalista a partir del progresivo desarrollo de la herramienta, del deterioro en las relaciones sociales de producción y de la progresiva deshumanización en los instrumentos de trabajo.

El ser humano usa dos tipos de energía que permiten su interacción con la herramienta: la energía metabólica que la persona misma genera y otra que obtiene del exterior. Por lo tanto, existen dos tipos de herramientas: la herramienta manipulable que funciona con la energía del cuerpo humano y la herramienta manipuladora que utiliza fuentes externas de energía. El desarrollo de herramientas que funcionan con energía externa tiene como propósito rebasar la escala natural de la energía metabólica humana, convirtiéndose así en un instrumento de control. Tan pronto la herramienta rebasa el límite natural de la energía metabólica, rebasa también su umbral crítico y entonces “la herramienta se convierte de servidor en déspota.” En consecuencia, es necesario encontrar un equilibrio entre el ser humano y la herramienta para la transformación del mundo. Este equilibrio solo podrá lograrse, a partir de la convivencialidad. La sociedad convivencial será aquella donde la herramienta pueda integrarse a la comunidad. De esta manera se evita el monopolio de la herramienta por un grupo de especialistas que la utilizan para el control y la explotación social.

TEXTO:

La herramienta es inherente a la relación social. En tanto actúo como hombre, me sirvo de herramientas. Según que yo la domine o ella me domine, la herramienta o me liga, o me desliga del cuerpo social. En tanto que yo domine la herramienta, yo doy al mundo mi sentido; cuando la herramienta me domina, su estructura conforma e informa la representación que tengo de mí mismo. La herramienta convivencial es la que me deja la mayor latitud y el mayor poder para modificar el mundo en la medida de mi intención. La herramienta industrial me niega ese poder; más aún, por su medio, es otro quien determina mi demanda, reduce mi margen de control y rige mi propio sentido. La mayoría de las herramientas que hoy me rodean no podrían ser utilizadas de manera convivencial.

La herramienta es a la vez medio de control y elemento transformador de energía. Como se sabe, el hombre dispone de dos tipos de energía, la que genera de sí mismo (o energía metabólica) y la que extrae del exterior. El hombre maneja la primera y manipula la segunda. Es por eso que haré una distinción entre la herramienta manejable y la herramienta manipulable.

La herramienta manejable adapta la energía metabólica a una tarea específica. Es multivalente, como el sílex original, el martillo o el cortaplumas. Es univalente y altamente elaborada, como el torno del alfarero, el telar, la máquina de coser a pedal o la fresa del dentista. La herramienta manejable puede alcanzar la complejidad de una organización de transportes que saca de la energía humana el máximo de movilidad,

como ocurre en un sistema de bicicletas y de triciclos, al que correspondería una red de pistas tal vez cubiertas y con estaciones de mantenimiento. La herramienta manejable es conductora de energía metabólica: la mano, el pie, la dominan; la energía que ella pide puede producirla cualquiera que coma y respire. La herramienta manipulable es movida, por lo menos en parte, por energía exterior.

La herramienta es convivencial en la medida en que cada uno puede utilizarla sin dificultad, tan frecuente o raramente como él lo desee, y para los fines que él mismo determine. El uso que cada cual haga de ella no invade la libertad del otro para hacer lo mismo. Nadie necesita de un diploma para tener el derecho de usarla a voluntad; se lo puede tomar o no. Entre el hombre y el mundo ella es un conductor de sentido, un traductor de intencionalidad.

(...)

La gente elegirá la bicicleta cuando haya calculado bien el precio que paga por los vehículos rápidos.

(...)

Los vehículos crean más distancia de la que suprimen. El conjunto de la sociedad consagra a la circulación cada vez más tiempo del que supone que ésta le ha de hacer ganar. Por su parte, el norteamericano tipo dedica más de 1.500 horas por año a su automóvil: sentado en él, en movimiento o estacionado, trabajando para pagarlo, para pagar la gasolina, los neumáticos, los peajes, el seguro, las contravenciones y los impuestos. De manera que emplea cuatro horas diarias en su automóvil, sea usándolo, cuidando de él o trabajando para sus gastos. Y conste que aquí no se han tomado en cuenta otras actividades determinadas por el transporte: el tiempo pasado en el hospital, en los tribunales o en garaje, el tiempo pasado en ver por televisión la publicidad automovilística, el tiempo consumido en ganar dinero necesario para viajar en vacaciones, etc. Y este norteamericano necesita esas 1.500 horas para hacer apenas 10.000 kilómetros de ruta; seis kilómetros le toman una hora.

Preguntas para puesta en común posterior:

- ¿Cómo realizas tus desplazamientos normalmente? ¿Qué implicaciones tiene esto para ti, la gente de tu alrededor y para el planeta?
- Coge las fichas y compara los medios de transporte que ahí aparecen.

vi. Anexo VI: Eficiencia energética medios de transporte

El objetivo de este ejercicio es realizar una comparativa entre la eficiencia de los distintos medios de transporte que podemos ver ahora mismo en cualquier ciudad: bicicleta, bus, tranvía y coche. Cuantificar es muy útil para comparar y nuestra sociedad crea y utiliza unidades de medida todo el tiempo. Para realizar este ejercicio vamos a realizar los cálculos para una velocidad media de 25 km/h (aproximadamente 7 m/s) que es bastante común en entornos urbanos. Calcularemos el trabajo necesario para desplazar a una persona la distancia de 1 km.

Trabajo realizado

$$W = F \cdot d$$

Para calcular la fuerza tendremos en cuenta las Leyes de Newton. Y la fuerza resultante necesaria es

$$F = m \cdot a + F_{r,aire} + F_{r,asfalto}$$

La resistencia aerodinámica que sufre un cuerpo al moverse a través del aire es la fuerza de rozamiento del aire. Está resistencia es de sentido opuesto al de la velocidad y se dice de ella que es la fuerza que se opone al avance a través del aire. Es la fuerza de rozamiento de un cuerpo en un fluido, en este caso el aire. La fuerza de rozamiento del aire depende de constantes propias del fluido (aire), el área del vehículo y la velocidad.

$$F_{r,aire} = \frac{1}{2} \cdot \rho_0 \cdot C_a \cdot A \cdot v^2$$

El asfalto por el que se desplazan los distintos medios de transporte ejerce una resistencia por rozamiento en sentido contrario a la velocidad también. Es lo que hemos llamado la fuerza de rozamiento del asfalto. Esa fuerza de rozamiento depende del peso que el vehículo aplica sobre cada rueda así como el coeficiente de rozamiento de los neumáticos y el propio asfalto.

$$F_{r,asfalto} = C_r \cdot m \cdot g$$

Datos:

Densidad del aire, $\rho_0 = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Gravedad, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Distancia, $d = 1000 \text{ m}$

	Velocidad v(m/s)	masa vehículo (kg)	masa pasajero (kg)	nº pasajeros	área frontal A (m ²)	coeficiente rozamiento aire C _a	Coeficiente rozamiento suelo C _r
Bici	7	14	75	1	0,6	0,9	0,005
Bus	7	8500	75	65	9	0,45	0,03
Tranvía	7	26500	75	165	9	0,3	0,005
Coche	7	1000	75	2	2	0,35	0,03

vii. Anexo VII: Taller lo que nuestro plato esconde

1. Reflexión inicial

Los alimentos que comemos son muy importantes porque es necesario tener una alimentación saludable para alcanzar y mantener un funcionamiento óptimo del organismo, con los nutrientes adecuados para cada edad, en cantidad y variedad, que nos permita llevar una vida con salud y un crecimiento y desarrollo óptimos; sin productos químicos o biológicos nocivos para la salud o tóxicos. Desde el enfoque de la soberanía alimentaria, el concepto de “comer bien y sano” va más allá de únicamente un tema que atañe a la salud. Incluye los conceptos de “alimentación culturalmente apropiada”, que es una alimentación que se adapta a los usos y costumbres culturales y alimentarios de cada lugar, a nivel de la producción, así como de la preparación. Habla también de “alimentos ecológicos”, respetuosos con el medio ambiente, así como socialmente responsables, que permitan mantenerse a los y las productoras, así como a sus sociedades.

2. Preguntas iniciales

- ¿Qué significa que los alimentos sean ecológicos? ¿Qué diferencia hay entre alimentos ecológicos o no? ¿Qué implicaciones tiene a nivel global esta diferencia?

La industrialización ha transformado la producción de alimentos en una actividad especializada y agresiva, que requiere una creciente cantidad de agroquímicos y maquinaria y consume cantidades cada vez mayores de energía fósil (petróleo) y de agua. Los impactos de la agricultura industrial son devastadores para el medio ambiente y las comunidades humanas. La agricultura y ganadería intensivas provocan la degradación de los suelos, el uso masivo de tóxicos, el acaparamiento de tierras y el consecuente desplazamiento de comunidades, entre otros impactos. Además, la agricultura industrial se ha mostrado incapaz de alimentar a la población, ya que millones de personas en el mundo continúan pasando hambre. Los alimentos kilométricos son aquellos que recorren enormes distancias antes de llegar a la mesa. La gran mayoría de los alimentos que encontramos en nuestras tiendas son kilométricos. Éstos han recorrido casi 4.000 km. de media y durante sus viajes transcontinentales, emiten más de 4 millones de toneladas de CO₂, contribuyendo de forma decisiva al cambio climático.

Al elegir los productos que queremos, elegimos la agricultura y producción que queremos: si escoges alimentos locales y de temporada, sabrás que tu compra no ha recorrido miles de kilómetros. Si compras directamente a campesinos y campesinas a través de grupos de consumo, mercados locales o webs, tendrás la garantía de fomentar una agricultura a pequeña escala y sostenible que forma parte de un medio rural vivo (Zaragoza Dinámica, 2018).

- Para caminar hacia la sostenibilidad es muy importante lo que comemos y cómo ha sido producido. ¿De dónde vienen los alimentos? ¿Quién lo producen?

3. Taller lo que nuestro plato esconde

- Cada grupo tiene un mapa, piedras y unas fotografías de algunos productos en los que se especifica su origen.
- Por grupos van mirado el origen de los distintos productos. Los colocan en el Mapa. Después con las piedras marcan el recorrido de cada producto para que llegue hasta el instituto donde se encuentran.
- Al terminar si miramos las piedras de cada producto y se reflexiona ¿todos pesan lo mismo? ¿Por qué decimos que hay productos que pesan más que otros?
- ¿Qué creéis que significan las piedras? ¿Qué camino pesa más? ¿Por qué los alimentos que vienen de lejos “pesan” más? ¿Cuál pensamos que es la diferencia entre la compra en España de una naranja española y una, por ejemplo, marroquí? ¿Por qué muchas veces compramos alimentos de lejos, aunque los mismos existen en España también? ¿Nosotros consumimos productos que vienen de lejos? ¿Podríamos producirlos aquí? Y si no podemos producirlos aquí, ¿cómo podríamos reducir el “peso” (impacto) de nuestro consumo?

4. Reflexiones grupales finales

¿Habéis oído hablar alguna vez de alimentos de km 0 o de proximidad?

Los alimentos de km 0 no recorren miles de kilómetros hasta llegar al plato porque se obtienen en un radio de menos de 100 kilómetros de donde se producen para reducir la contaminación en el transporte y reforzar la economía local, entre otras ventajas. Promover los alimentos km0 implica apoyar una agricultura local, de proximidad, ecológica, de temporada, campesina, rescatar variedades antiguas que están desapareciendo, comprar directamente al pequeño productor, recuperar nuestra gastronomía. Una cocina en la que no hay lugar para los transgénicos o para aquellos cultivos que contaminan el medio ambiente y nuestra salud. Una alimentación que defiende producir, distribuir y consumir al margen de la agroindustria y los supermercados. Comer bien, en definitiva, en beneficio de la mayoría, ya sea en el campo o la ciudad (Zaragoza Dinámica, 2018).

A veces hay productos que no se producen aquí como, por ejemplo: azúcar, chocolate, café, té... y entonces estos productos seguro que los hemos de traer de lejos....

Pero si vienen de lejos.... ¿Podemos saber si las personas que han trabajado para producir eso están en buenas condiciones?

Con el sello de comercio justo. El comercio justo, es un movimiento internacional formado por organizaciones de países del Sur y del Norte, con el doble objetivo de mejorar el acceso al mercado de los productores más desfavorecidos y cambiar las injustas reglas del comercio internacional.

La novedad del comercio justo es que las organizaciones del Norte no se limitan a transferir recursos para crear infraestructuras, capacitar o prefinanciar a los grupos productores, sino que participan activamente en la comercialización mediante la importación, distribución o venta directa al público. Además, realizan una importante labor de denuncia y concienciación.

Comprar productos de comercio justo pone en nuestras manos la elección de productos de calidad que se han obtenido en unas condiciones justas de producción entre el Sur y el Norte. Es una elección individual y responsable, a la que se pueden unir muchos consumidores y presentar una alternativa al mercado tradicional (Zaragoza Dinámica, 2018).

¿Cómo de importante creéis que es dar importancia a lo que comemos y a lo que consumimos? ¿Habéis oído hablar del consumo responsable o consumo consciente y transformador?

La sociedad de consumo está resultando un fracaso. Nos proporciona (aunque no a todos, ni mucho menos) acceso a muchos bienes materiales -los necesitemos o no-, pero al mismo tiempo nos tiene sumergidos en una pesadilla de desaguisados ambientales, complejas estructuras socioeconómicas, deudas temerarias, enfermedades del cuerpo y de la mente, desigualdades sociales que no dejan de aumentar, vidas únicamente llenas de prisas y de obligaciones... y de objetos que no nos ayudan precisamente a encontrarle sentido a todo ello.

El consumo responsable, o también llamado consumo consciente y transformador propone quitarnos de encima estas pesadillas de una vez por todas. Nos invita a buscar otras maneras de vivir en que el consumo pierda protagonismo para cederlo al vivir con plenitud, a la solidaridad y a la sostenibilidad (Zaragoza Dinámica, 2018).

¿Cómo hacerlo? Dados los niveles actuales de derroche, tenemos un campo muy amplio por delante para recorrer como nos apetezca, tanto en el día a día de cada uno como en el que nos es colectivo. Nuestros mejores guías serán el sentido común y el compartir experiencias y nuestras satisfacciones más placenteras serán los pequeños éxitos de cada día y el reencuentro con aspectos de nuestra naturaleza que la insolidaridad consumista nos adormece: ser capaces de hacer muchas cosas por nosotros mismos, ayudarnos, darnos tiempo para desarrollar nuestros anhelos y para vivir el afecto de las personas que amamos...

viii. Anexo VIII: Rúbrica de evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Proyecto Didáctico

Criterios de evaluación	1	2	3	4	5
Temporización	Ha dado tiempo a realizar menos de la mitad de las actividades y no ha dado tiempo a que todo el alumnado expusiese los trabajos de la actividad 1.	Ha dado tiempo a realizar todas las actividades pero no se han expuesto todos los trabajos y/o no se ha hecho la reflexión común de la actividad 2, o viceversa	Ha dado tiempo a realizar las actividades y trabajos propuestos. Todo el alumnado ha expuesto sus trabajos, se ha llevado a cabo la reflexión del texto.	Ha dado tiempo a realizar las actividades y trabajos propuestos. Todo el alumnado ha expuesto sus trabajos, se ha llevado a cabo la reflexión del texto dando feedback el/la docente	Ha dado tiempo a realizar las actividades y trabajos propuestos. Todo el alumnado ha expuesto sus trabajos, se ha llevado a cabo la reflexión del texto y se han dado feedback entre ellos y con el/la docente
Consecución de objetivos e interés del Proyecto Didáctico	El alumnado no ha mostrado interés por la actividad porque la ha considerado inútil para su formación	El alumnado ha realizado los trabajos propuestos en la evaluación y han aprobado la asignatura sin mostrar más interés	El alumnado ha realizado los trabajos propuestos en la evaluación y han aprobado la asignatura, valorando positivamente que se haya impartido	El alumnado ha conocido y valorado la posición de la bicicleta y la ciencia en la sociedad. Han mostrado interés y ha habido una participación activa y crítica. Han realizado los trabajos propuestos y las exposiciones	Se ha despertado el entusiasmo entre el alumnado y han propuesto continuar con la investigación en el campo y/o implementar una actividad/ presentación para otros grupos. Se ha creado un grupo promotor de la bicicleta en el IES.
Participación y colaboración del alumnado en clase en clase	Ha habido muy baja colaboración, el alumnado no ha participado de manera voluntaria	Ha habido participación por parte de un sector del alumnado, pero no todo.	El alumnado han participado activamente y de manera igualitaria en responder las preguntas de la persona docente	El alumnado ha compartido opiniones propias, además de responder a las preguntas que se les planteaban	El alumnado ha dado opiniones propias, se han compartido las ideas y se ha generado un debate desde el respeto
Trabajo en grupo	Los grupos no han sido eficientes y el reparto de las tareas no ha sido equitativo. Se ha creado un clima de competitividad entre los distintos grupos	El trabajo en grupo ha sido llevado a cabo principalmente por alguno de los miembros del grupo	El alumnado ha trabajado en grupo de forma eficiente	El alumnado ha mostrado cooperación y buen diálogo entre los miembros de cada grupo (intragrupal)	El alumnado ha mostrado cooperación y buen diálogo entre los miembros de cada grupo (intragrupal) además colaboración intergrupala

ix. Anexo IX: Rúbrica de evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Proyecto de Innovación Didáctica

Criterios de evaluación	1	2	3	4
Temporización	Ha dado tiempo a realizar menos de la mitad de las sesiones.	Ha dado tiempo a realizar todas las sesiones pero el alumnado no ha entregado las actividades por falta de tiempo.	Ha dado tiempo a realizar las sesiones y actividades propuestas.	Ha dado tiempo a realizar las sesiones y actividades propuestas, y el alumnado ha llevado a cabo reflexiones en la sesión 3 con feedback el/la docente.
Consecución de objetivos e interés del PID	El alumnado no ha mostrado interés por estas sesiones y la ha considerado inútil para su formación.	El alumnado ha realizado las actividades propuestas para la evaluación y no las actividades que no contaban para nota.	El alumnado ha realizado todas las actividades propuestas: las que contaban para nota y las que no.	El alumnado ha conocido y valorado la posición de la bicicleta y la ciencia en la sociedad. Han mostrado interés y ha habido una participación activa y crítica. Han realizado todas las actividades propuestas.
Uso de las TIC	Menos de la mitad del alumnado que ha participado ha funcionado bien con las simulaciones.	Más de la mitad del alumnado que ha participado ha funcionado bien con las simulaciones.	Más de la mitad del alumnado que ha participado ha funcionado bien con las simulaciones.	Más de la mitad del alumnado que ha participado ha funcionado bien con las simulaciones. El alumnado ha hecho un uso eficiente de las TIC también para buscar información.
Participación y colaboración del alumnado en clase en clase	Ha habido muy baja colaboración, el alumnado no ha participado de manera voluntaria	Ha habido participación por parte de un sector del alumnado, pero no todo.	El alumnado ha participado activamente en responder las preguntas de la persona docente	El alumnado ha compartido opiniones propias, además de responder a las preguntas que se les planteaban