



# Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., Bachillerato, F.P. y  
Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas

**Especialidad Física y Química**

La elaboración y ejecución de actividades de  
aprendizaje de física y química desde un enfoque  
constructivista

Development and execution of learning activities  
in physics and chemistry from a constructivist  
point of view

Autor

Jorge Belloc Alcón

Director

Juan Luis Pueyo Sánchez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Curso 2019 - 2020



# ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
Formación disciplinar .....	3
Motivaciones para realizar el Máster .....	4
Especialidad elegida .....	5
Expectativas y realidad.....	5
Prácticas en el I.E.S. Goya.....	6
Constructivismo.....	7
<b>2. Justificación de la selección de los trabajos o proyectos educativos.....</b>	<b>9</b>
2.1. Proyecto Didáctico: ¿De qué color es la luz? .....	9
Justificación teórica.....	10
Elección del contenido .....	11
2.2 Unit Plan: Energy .....	13
Justificación teórica.....	13
Elección del contenido .....	14
<b>3. Presentación de los trabajos seleccionados .....</b>	<b>17</b>
3.1. Proyecto Didáctico: ¿De qué color es la luz? .....	17
Descripción del proyecto .....	17
Conclusiones personales del trabajo.....	19
3.2 Unit Plan: Energy .....	20
Descripción de la unidad didáctica .....	20
Conclusiones personales del trabajo.....	22
<b>4. Reflexiones.....</b>	<b>24</b>
Reflexiones sobre las relaciones entre los trabajos.....	24
Claves para una enseñanza constructivista .....	26
Impacto del confinamiento por coronavirus en la realización de los trabajos .....	31
Propuestas de mejora de los trabajos .....	31
<b>5. Conclusiones .....</b>	<b>34</b>
Sobre los trabajos seleccionados.....	34
Sobre el Máster .....	34
Perspectivas de futuro como docente .....	35
<b>6. Bibliografía .....</b>	<b>37</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>40</b>



# 1. INTRODUCCIÓN

Pocos grados universitarios, por no decir ninguno, incluyen en su plan de estudios una formación del alumnado dirigida a aquellos que quieran dedicarse a la enseñanza de los conocimientos cuyo ámbito abarque la carrera universitaria en cuestión. Quizás sea porque también son muy pocos los estudiantes que comienzan un grado universitario con el propósito de convertirse en docentes.

¿Cuántos de vosotros al empezar la carrera ya sabíais que queríais ser profesores? - nos preguntó el profesor Cano durante nuestra primera clase del Máster. Nadie levantó la mano. Todos habíamos comenzado nuestros grados o licenciaturas imaginándonos trabajando como ingenieros, investigadores, físicos, químicos, biólogos... y tras varias vueltas haciendo otros másteres, doctorado o incluso años trabajando en el extranjero, habíamos regresado a la Universidad de Zaragoza para obtener el título que nos permitiría ser profesoras y profesores de ciencias. Sin embargo, no había resignación o sensación de fracaso por el hecho de tomar aquella decisión. Es más, la gran mayoría de mis compañeros estaban contentos, entusiasmados y decididos a ejercer la profesión docente en un futuro a corto plazo.

Haber compartido actividades de tiempo libre con adolescentes, clases particulares o experiencias de enseñanza en un ámbito no profesional eran las responsables de habernos dado cuenta de la pasión que suscitaba en nosotros el educar a personas. Y en aquel silencio en el aula, mientras el profesor Cano preguntaba y nadie levantaba la mano, me encontraba yo.

## **Formación disciplinar**

Poseo todas las características anteriormente descritas que caracterizan la media de los estudiantes que cursan el Máster de profesorado en cualquiera de sus especialidades de ciencias. Comencé el Grado en Biotecnología suponiendo que mi trabajo de adulto se correspondería con convertirme en científico, investigador, participar en proyectos de desarrollo innovadores etc. Una vez finalizada la carrera y tras 4 meses de prácticas en el extranjero y un Máster en Microbiología del Medio Ambiente en el sur de España, me di cuenta de que no quería ser aquello que se suponía que debería ser por haber estudiado Biotecnología. Experiencias anteriores con jóvenes y un curso escolar

completo impartiendo muchas clases particulares me condujeron a darme cuenta de que al fin había un trabajo que me hacía feliz al imaginármelo: ser profesor.

## **Motivaciones para realizar el Máster**

Además de las experiencias previas nombradas anteriormente, fui consciente de que había un denominador común en todos los cursos y materias que he estudiado; y ese era el afán por llegar a la base de la explicación de todas las cosas que he tenido que aprender, tratar de entenderlo todo, no quedarme con dudas y saber explicarlo. Esto hace que me emocione la idea de esforzarme en conocer en profundidad los contenidos a impartir para poder dar una buena explicación a los estudiantes y que lo aprendan adecuadamente. Ya lo decía Aristóteles: “el que posee las nociones más exactas sobre las causas de las cosas y es capaz de dar perfecta cuenta de ellas en su enseñanza, es más sabio que todos los demás en cualquier otra ciencia”. Además, cuando un maestro explica un tema que domina, lo hace con un entusiasmo que los estudiantes captan y disfrutan, mejorando así el proceso de enseñanza.

Por otra parte, el trato con los adolescentes fue un segundo aspecto que me motivó para realizar el Máster y ser profesor. Los aspectos psicológicos, sociológicos y de convivencia en el contexto educativo que he aprendido durante este curso dibujan un escenario complicado para el docente en cuanto al manejo del aula y las relaciones profesor - alumno. Para mí, esta situación supone un reto altamente motivador en la cual considero necesario que el profesorado se muestre más cercano que nunca a los estudiantes y que la educación y el acompañamiento emocional sean prioritarios, incluso por encima de la enseñanza puramente académica.

Cada vez los adolescentes sufren de manera más precoz problemas derivados del sistema en el que vivimos (de la Fuente et al., 2006): trastornos alimenticios, acoso escolar, consumo de drogas, depresión, baja autoestima por falta de reconocimiento en las redes sociales, abusos sexuales, problemas familiares... Esto hace que la gestión de dichas situaciones desde los centros escolares, junto con los especialistas en estos campos, sea uno de los desafíos más importantes del sistema educativo contemporáneo. Mi reto profesional, más allá de que aprendan mucha física y química, es el de ayudar a los estudiantes a convertirse en personas despiertas, con capacidad de reflexión crítica y que sepan reconocer sus emociones para relacionarse consigo mismos y con los demás.

## **Especialidad elegida**

Decidí escoger la especialidad de física y química debido a que, como biotecnólogo, tengo un mayor nivel de conocimientos de biología y estimé más necesario conocer adecuadamente aspectos didácticos relativos a la física y la química. Por otra parte, considero que mi formación en geología es baja, por ello traté de cursar la asignatura de contenidos disciplinares de esta materia, sin embargo no fue posible debido a la incompatibilidad de horarios.

Elegir esta especialidad ha hecho que incrementara mi interés por la física y la química. Esto ha sido gracias a la realización de sencillas prácticas en el laboratorio, experiencias de cátedra, analizar las dificultades de aprendizaje existentes o dar un salto hacia atrás en la explicación de conceptos para comprender adecuadamente lo que en su momento no entendí bien. Lo cual demuestra que, si un tema no se explica de manera superflua, sino uniendo teoría y práctica, dando ejemplos y explicando correctamente los conceptos, se despierta el interés del alumnado. En mi caso, nunca he sentido una gran atracción por la física, pero ahora sé que ello era debido al desconocimiento sobre la misma. Recuerdo comenzar el Máster decantándome por elegir siempre temas de química para los distintos trabajos ya que me sentía más cómodo en ellos, y lo he finalizado desarrollando trabajos de contenidos correspondientes al temario de física (como el proyecto didáctico ‘¿De qué color es la luz?’) debido a mi interés por profundizar y conocer más sobre estos temas para saber explicarlos mejor a los alumnos cuando me toque hacerlo.

## **Expectativas y realidad**

Reconozco que comencé el Máster con bajas expectativas. Las personas que conozco que lo han cursado no me habían hablado muy bien de él y me aconsejaban que lo tomara como un trámite que debida realizar para conseguir un “papel” que me permitiera ejercer de profesor.

Siempre he pensado que no es bueno crearse altas expectativas sobre algo, puesto que no suelen cumplirse y ello conduce a la decepción. Es más, rechazo cualquier tipo de comentario positivo o información sobre una actividad que voy a realizar o un lugar al que voy a ir; no me gusta crearme expectativas basadas en experiencias subjetivas de

otras personas. Y lo que experimenté ya desde los primeros días en que comencé en el Máster confirmó mi teoría.

Me di cuenta de que bastantes personas comienzan a estudiar el Máster considerando que, tras haber finalizado su grado universitario, ya poseen todos los saberes científicos necesarios y están preparados para dar clase. Y por ello juzgan el Máster de educación calificándolo de innecesario e inútil. Sin embargo, nunca se nos ha enseñado cómo conseguir que al alumnado le interese lo que estás enseñando, ni los distintos modelos de pensamiento existentes (para cada uno de los cuales deberemos proponer actividades), ni la influencia de la sociedad sobre el modelo educativo, ni la enorme diversidad de trastornos o circunstancias personales con las que los estudiantes cargarán cada día al llegar al instituto etc. El enfoque que todas las asignaturas del primer cuatrimestre dirigían hacia estos temas me fascinaba.

En general, la realidad del Máster ha superado mis expectativas, me ha aportado una visión de la educación que nunca antes había tenido y reforzó mi decisión de dedicarme a enseñar. Gran parte de ello fue debido a la experiencia vivida durante las prácticas.

## **Prácticas en el I.E.S. Goya**

Los dos períodos de prácticas corroboraron las motivaciones docentes que el Máster había ido generando en mí. La asistencia al I.E.S. Goya durante el Prácticum I me permitió conocer el funcionamiento de un centro educativo, su organización y el esfuerzo realizado para sacar adelante distintos proyectos. Detrás de entrar al aula y dar clase a los estudiantes, existe una cara oculta que es la parte menos amable de la profesión docente: burocracia, papeleo, llamadas telefónicas para pedir permisos, elaborar informes, actualizar documentos institucionales... Descubrir aquella parte menos conocida del trabajo de un maestro me asustó un poco, pero al mismo tiempo los docentes del I.E.S. Goya nos hicieron saber que aquel esfuerzo valía la pena puesto que era por el bien de los estudiantes y para que el día de mañana se conviertan en mejores personas.

Ya en el Prácticum I Tuve la suerte de poder verificar aquella satisfacción gracias a que mi tutora me brindó la oportunidad de dar una clase de física y química en 1º de bachiller y realizar una sesión de prácticas de laboratorio. Mi interés en responder correctamente a las preguntas de los estudiantes o la alegría interna por conseguir que

entiendan algo que hasta el momento no comprendían fueron señales de que me encontraba en el camino correcto hacia mi profesión.

El Prácticum II supuso un reto para todos debido a las condiciones de docencia telemática. Estaba preocupado por la relación que mantendría con los estudiantes debido a que la distancia constituía una barrera para ser cercano a ellos. Sin embargo, había podido conocerlos de manera personal en el anterior periodo de prácticas y esto hizo que el trato con ellos resultara próximo. Por otro lado, la enseñanza en la distancia sí que afectó a la elaboración de materiales y actividades para impartir clase. El ritmo de enseñanza disminuyó y el método utilizado fue mucho más tradicional que el que hubiera deseado aplicar en caso de circunstancias normales. Y es que desde el Máster se nos ha hecho mucho hincapié en la necesidad de sustituir las clases magistrales empleando el libro como único elemento de aprendizaje por metodologías activas y enfoques constructivistas. Una parte de esta visión de la educación he aprendido a desarrollarla gracias a los dos proyectos seleccionados para este Trabajo Fin de Máster.

## **Constructivismo**

Según afirman Coll y Solé (1997), "el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos cada vez más complejos y potentes". Así pues, puede definirse el constructivismo como un movimiento que defiende la idea de que el individuo no es un mero producto del entorno sociocultural, ni un simple resultado de disposiciones internas de carácter biológico. Es una elaboración propia que se va produciendo a lo largo de la vida por interacciones de factores básicos como la herencia, el ambiente sociocultural, las experiencias y el lenguaje (González, 1995).

A raíz de ello podemos establecer que el conocimiento es una construcción que el ser humano realiza a partir de su interacción con la realidad. La persona lleva a cabo dicha construcción con los esquemas que ya posee, esto es, relacionando los conceptos a aprender y dándoles un sentido a partir de lo que ya construyó previamente en su relación con el medio que lo rodea. Esta construcción del propio conocimiento conduce a un aprendizaje significativo que, a diferencia del memorístico, dota de un significado a los nuevos conceptos facilitando su adquisición y generando una retención más duradera de la información.

En base a ello, el constructivismo recoge diversas estrategias a través de las cuales el alumno se convierte en sujeto activo del proceso de aprendizaje (es creador de su propio conocimiento), el docente actúa de guía y moderador, se establece una comunicación bidireccional profesor-alumno y el aprendizaje se realiza de manera práctica y cooperativa. Estas estrategias metodológicas son los talleres, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, el aprendizaje servicio, aprendizaje por descubrimiento y la *flipped classroom*.

La mayoría de las asignaturas del Máster han respaldado la visión constructivista del aprendizaje, y especialmente las correspondientes a los proyectos educativos analizados en este Trabajo Fin de Máster. Se nos ha transmitido la necesidad de transitar desde la extendida enseñanza tradicional en la que el profesor va depositando información en la mente del alumnado y éste la va almacenando, hacia aquellas metodologías que favorecen el proceso constructivo del conocimiento. Es por ello que se pretenden destacar los conocimientos que los dos trabajos seleccionados me han aportado de cara a estar más capacitado para ejercer una docencia de acuerdo a los principios constructivistas del aprendizaje.

## **2. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS TRABAJOS O PROYECTOS EDUCATIVOS**

Uno de los aspectos principales a la hora de seleccionar los dos trabajos fue el buscar un nexo de unión entre ambos, algo que tuvieran en común y que me permitiera establecer un tema en torno al cual desarrollar el Trabajo Fin de Máster. Y este tema es el constructivismo.

Además, considero ambos trabajos muy completos puesto que abarcan la mayoría de los aspectos que debe tener en cuenta un docente a la hora de elaborar una propuesta de enseñanza. Es decir, estos trabajos surgen a partir de una asignatura del Máster que se enfoca en tan solo una de las muchas partes que conforman la educación, pero la realización del trabajo implica un enfoque holístico del proceso educativo. Mientras que el resto de trabajos del Máster quedaron más ceñidos a aquel aspecto en el cual se centraba su asignatura de referencia.

Los trabajos escogidos son aquellos cuya elaboración ha contribuido a un mayor conocimiento sobre el desarrollo de actividades de física y química en las que predomine la pedagogía constructivista. Desde la asignatura correspondiente de cada uno, los profesores del Máster me han transmitido las ventajas de este enfoque de la educación al aplicar estrategias constructivistas en su docencia. Tras haberla experimentado como alumno, comparto plenamente los principios que postula el constructivismo lo cual reforzó mi motivación a la hora de desarrollar los trabajos. Este hecho también ha favorecido su elección para ser incluidos en el presente Trabajo Fin de Máster.

Junto con el seguimiento de sus respectivas asignaturas, ambos trabajos han tenido un impacto muy notable en mi aprendizaje durante el Máster, y considero que la base pedagógica sobre la que se fundamentan es imprescindible para formar buenos profesores de ciencias.

### **2.1. Proyecto Didáctico: ¿De qué color es la luz?**

El proyecto didáctico corresponde a la asignatura Diseño de Actividades de Aprendizaje de Física y Química perteneciente al segundo cuatrimestre del Máster. El tema del trabajo, de libre elección, fue ‘luz y color’.

## **Justificación teórica**

Probablemente, la visión de los colores sea uno de los fenómenos de la naturaleza cuya explicación más asociada está al saber intuitivo. Percibimos colores desde que tenemos uso de razón, y esto lo hacemos a través de la vista, el sentido más empleado para obtener información de lo que nos rodea. Esto implica que, junto con la imposibilidad de visualizar el movimiento de las ondas, concibamos el color como una propiedad que los cuerpos poseen (Feher y Meyer, 1992).

A partir de ello, son numerosos los errores conceptuales que los estudiantes han ido estableciendo y el enfoque actual de la enseñanza sobre este tema no ayuda a corregirlos sino que los perpetúa. En consecuencia, los esquemas previos de los estudiantes, al ser erróneos, bloquean la construcción activa del conocimiento.

Estudios en didáctica de las ciencias experimentales han recogido las ideas previas de estudiantes de educación secundaria (Bravo et al., 2001) pudiendo resumirse en tres ideas principales fuertemente arraigadas durante el aprendizaje de la teoría de luz y color:

- La luz se considera como energía luminosa que ocupa todo el espacio, desprovista de su capacidad de propagarse e interactuar con la materia y con el sistema receptor (sistema visual).
- Se considera como única condición para la visión de un objeto que éste esté iluminado
- Se considera al color como una propiedad inherente del objeto y no como el resultado de un proceso perceptivo dependiente de: las características de absorción selectiva del objeto, de las características de la radiación incidente y del sistema visual.

El proyecto didáctico surge a partir de la necesidad de corregir estas ideas en los estudiantes aportándoles una visión más profunda del tema.

El segundo aspecto que justifica el planteamiento de este proyecto es el tránsito que los estudiantes deben realizar desde el saber intuitivo al saber científico. Este proceso, que comienza en la etapa de Educación Secundaria y no finaliza hasta su paso por la universidad u otros estudios superiores, está conformado por diferentes modelos de conocer con avances y retrocesos a lo largo del camino.

Conseguir que los estudiantes modifiquen sus ideas establecidas sobre un determinado fenómeno requiere planteamientos educativos que, sin duda alguna, constituyen una novedad en el paradigma actual de la educación. En primer lugar, se deben identificar las dificultades de aprendizaje (Carretero, 1993) para, a partir de ellas, diseñar actividades que desafíen a los estudiantes y les hagan dudar de aquello que hasta el momento concebían como cierto, favoreciendo de esta manera el necesario conflicto cognitivo. A continuación, para que lleguen a integrar el modelo científico, se debe ir mucho más allá del aprendizaje de conceptos, leyes, modelos y teorías (Bravo et al., 2008). La realización de experimentos sencillos que el alumnado pueda manipular, la formulación de preguntas para su reflexión y la utilización de ejemplos de la vida real propiciarán la forma de interpretar el mundo transitando del saber intuitivo al saber científico. Si bien es conveniente favorecer la actividad del alumno en el descubrimiento de estas contradicciones, también será necesaria en algunas ocasiones la intervención del profesor; es decir, la explicación verbal explícita de la idea científicamente correcta, lo cual puede parecer escasamente constructivista, pero necesario. Las actividades diseñadas en el proyecto didáctico se encuentran en consonancia con estos principios.

### **Elección del contenido**

El tema ‘luz y color’ del proyecto didáctico fue escogido en base a mi propio interés por conocer más acerca de este fenómeno físico y así aprender a diseñar actividades referentes a él. Adicionalmente, sabía que en el Practicum II tendría la oportunidad de dar alguna clase en la E.S.O. para explicar este tema por lo que podría aprovechar este trabajo para llevarlo posteriormente a la práctica en el aula.

La luz tan solo aparece en una ocasión en el currículo aragonés de Física y Química para la Educación Secundaria Obligatoria (Orden ECD/489/2016). Ésta corresponde al 2º curso de E.S.O. y se encuentra encuadrada en el bloque 5: energía (tabla I), por lo que se trata la luz desde el punto de vista de la energía y no como onda, aspecto básico para comprender la visión de los colores.

Ningún contenido del currículo de Física y Química hace referencia al color, sin embargo es en la materia de Educación Plástica en los cursos de 1º y 2º de E.S.O. donde se enseña la teoría del color incluso explicando a los alumnos su fundamentación física (tabla I).

Materia y curso	Bloque	Contenido	Criterios de evaluación	Competencias clave
<b>Física y Química 2º E.S.O.</b>	Energía	Luz y sonido	Crit.FQ.5.7. Conocer la percepción, la propagación y los aspectos de la luz y del sonido relacionados con el medioambiente.	CMCT-CSC
<b>Educación Plástica 1º y 2º E.S.O.</b>	Expresión Plástica	Teoría del color. Fundamentación física. Colores luz, colores pigmento. Propiedades y dimensiones. Relatividad del color. Círculo y escalas cromáticas Valores expresivos y psicológicos.	Crit.PV.1.5. Experimentar con los colores primarios y secundarios. Crit.PV.1.6. Identificar y diferenciar las propiedades del color luz y el color pigmento.	CCEC CD-CCEC

Tabla I. Criterios de evaluación y Competencias clave relacionados con el tema ‘luz y color’ (Orden ECD/489/2016)

Resulta paradójica la enorme interacción que las personas mantenemos a lo largo de nuestras vidas con el color y la escasa presencia de dichos contenidos en el currículo de Física y Química. Son numerosas las cuestiones referentes a la visión de los colores en fenómenos cotidianos que la mayoría de los estudiantes se habrán preguntado alguna vez, y en caso de no hacerlo, el planteamiento de las mismas incrementará su motivación por este tema.

Algunos de estos interrogantes son el color azul del cielo y blanco de las nubes, los tonos rojizos del atardecer, visión de colores que no aparecen en el arco iris (rosa, ocre, marrón, gris...), color azulado de los vasos sanguíneos, foco de luz blanca al final de un túnel... Para que los estudiantes den respuesta a los mismos, el modelo educativo precisa una aproximación interdisciplinar integrada conectada con el mundo real y dirigida a la resolución de problemas (Cilleruelo y Zubiaga, 2014). Es aquí donde se pone de manifiesto el enfoque STEAM de la educación.

La esencia STEAM es la integración de contenidos multidisciplinares. Para ello aprovecha los puntos en común de cinco disciplinas académicas: ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (Sánchez, 2019). El vínculo entre ellas permite el diseño

de conexiones curriculares consideradas incompatibles hasta el momento, estableciendo un conjunto de nuevas relaciones entre competencias y temas del currículum.

Además, STEAM da una ruptura de los paradigmas educativos tradicionales utilizando la metodología didáctica constructivista. Se promueve un pensamiento crítico que privilegie aspectos fundamentales como la observación, la experimentación, la resolución de problemas y la fundamentación de opiniones con base en la evidencia (Flores, 2010).

La libertad en la elección del contenido sin la necesidad de ceñirnos al currículo aragonés me permitió diseñar un proyecto que aunara las materias de Física y Química y Educación Plástica dotándolo de esta manera de una orientación STEAM. A pesar de ser la ciencia y el arte las disciplinas más destacables en él, son numerosas las actividades que el tema de luz y color permite realizar en el campo de las matemáticas, tecnología e ingeniería.

## **2.2 Unit Plan: Energy**

Este trabajo se realizó para la asignatura Recursos Didácticos para la Enseñanza de Materias en Inglés. El proyecto consiste en elaborar una unidad didáctica de cualquiera de los contenidos del currículo aragonés de Física y Química siguiendo la metodología CLIL (Content and Language Integrated Learning). El tema seleccionado fue ‘Energía’ y la unidad didáctica se desarrolló para ser aplicada en 2º E.S.O.

### **Justificación teórica**

CLIL (en español AICLE: Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras) es un enfoque educativo dual en el que se utiliza un idioma adicional para el aprendizaje y la enseñanza de contenido y lenguaje de manera simultánea.

CLIL comparte algunos elementos de otras prácticas educativas como la educación bilingüe y la inmersión, o la enseñanza de idiomas basada en el contenido o el inglés como idioma adicional; pero no son sinónimos de CLIL, ya que existen algunas diferencias fundamentales. CLIL no se enfoca solamente en el contenido, ni solamente en el lenguaje. Ambos están entrelazados, incluso si el énfasis es mayor en uno u otro en un momento dado (Coyle et al., 2010).

CLIL mejora el aprendizaje de un idioma de manera casual, natural y motivante, incrementando además la conciencia sociocultural y los horizontes académicos y laborales de los alumnos (Aragón, 2007). Por ello, las políticas educativas (Eurydice, 2012) defienden la implementación de la metodología CLIL para mejorar el nivel de lenguas extranjeras en el ámbito europeo.

La importancia de la educación bilingüe ha aumentado en las últimas décadas (Sancho et al., 2016) en paralelo a la globalización y al incremento en la movilidad laboral. En este nuevo contexto, instrumentos como el Aprendizaje Integrado de Contenido y Lenguas Extranjeras ha ganado especial relevancia en el desarrollo de los programas educativos multilingües en los centros educativos. Por ello, se requieren docentes capacitados para llevar a cabo este tipo de enseñanza. Dicha capacitación debe comenzar en los Másteres que habilitan a los graduados universitarios para ser profesores en Secundaria y Bachillerato. Éste es uno de los motivos por los cuales estimo apropiado la realización de asignaturas como ‘Recursos Didácticos para la Enseñanza de Materias en Inglés’ y he decidido seleccionar este trabajo.

Resulta oportuno mencionar también la conexión existente entre la metodología CLIL y el constructivismo, pues esta interacción me permite establecer un nexo de unión entre este trabajo y el proyecto educativo de la asignatura Diseño de Actividades de Física y Química. Las bases comunes a estos dos elementos son la integración del conocimiento, conexiones cognitivas significativas y el diseño de tareas que puedan ser útiles en la vida de los estudiantes fuera de la escuela (Casal, 2007). Por ello, es esencial que los profesionales estén familiarizados con los principios del aprendizaje constructivista para implementar CLIL con éxito.

### **Elección del contenido**

La presente unidad didáctica es el primer trabajo que realice íntegramente en inglés, por ello, el factor predominante a la hora de seleccionar el contenido fue escoger un tema no muy complicado. El concepto ‘energía’ incluye un vocabulario más conocido para mí que otros contenidos de Física y Química, siendo el curso 2º de E.S.O. el nivel de mayor sencillez en las explicaciones. Esto me permite ajustar la elaboración de la unidad didáctica a mis capacidades actuales y al mismo tiempo cumplir con los requisitos para superar la asignatura del máster incluyendo actividades variadas y de calidad.

El currículo aragonés de Física y Química (Orden ECD/489/2016), dentro del bloque ‘Energía’ de 2º de E.S.O., incluye varios contenidos de los cuales se decidió incluir en la unidad didáctica los siguientes: energía, unidades, tipos, transformaciones de la energía y su conservación, energía térmica, el calor y la temperatura, fuentes de energía, uso racional de la energía (tabla II). Los contenidos del currículo pueden distribuirse en las unidades didácticas que el docente desee, y en este caso se seleccionaron aquellos que pudieran ser impartidos asegurando una buena comprensión de los mismos por parte de los estudiantes favoreciendo la calidad a la cantidad.

Contenido	Criterios de evaluación	Competencias clave
<b>Energía.</b> <b>Unidades.</b> <b>Tipos.</b>	Crit.FQ.5.1. Reconocer que la energía es la capacidad de producir transformaciones o cambios.	CMCT
<b>Transformaciones de la energía y su conservación.</b>	Crit.FQ.5.2. Identificar los diferentes tipos de energía puestos de manifiesto en fenómenos cotidianos y en experiencias sencillas realizadas en el laboratorio.	CMCT
<b>El calor y la temperatura.</b>	Crit.FQ.5.3. Relacionar los conceptos de energía, calor y temperatura en términos de la teoría cinético-molecular y describir los mecanismos por los que se transfiere la energía térmica en diferentes situaciones.	CMCT
<b>Energía térmica.</b>	Crit.FQ.5.4. Interpretar los efectos de la energía térmica sobre los cuerpos en situaciones cotidianas y en experiencias de laboratorio.	CMCT
<b>Fuentes de energía. Uso racional de la energía.</b>	Crit.FQ.5.5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.	CSC
	Crit.FQ.5.6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique el consumo responsable y aspectos económicos y medioambientales.	CSC

Tabla II. Criterios de evaluación y Competencias clave correspondientes a cada uno de los contenidos del bloque ‘energía’ de 2º E.S.O. incluidos en la unidad didáctica (Orden ECD/489/2016)

Tanto profesores como alumnos muestran cierto grado de preocupación por las dificultades que pueda ocasionar la enseñanza bilingüe con perspectiva CLIL en las materias de ciencias (Piesche et al., 2016). Por ello, resulta adecuado que la implantación de estos programas en los centros educativos comience por aquellos cursos cuyas dificultades sean menores para el docente que debe programar la asignatura.

En el caso del alumnado, a pesar de que uno de los principios básicos para la comunicación en CLIL no sea la perfección gramatical en favor de promover una expresión oral fluida, es lógico que los estudiantes se sientan inseguros ante la posibilidad de cometer errores en su lenguaje. Dada la obligatoriedad de incluir en la unidad didáctica actividades que fomenten habilidades cognitivas de orden superior (HOTs) así como el dominio cognitivo del lenguaje académico (CALP), se consideró el tema ‘energía’ como uno de los más familiares para los estudiantes. La elección de este contenido pretende promover la seguridad del alumnado a la hora de desenvolverse en el aula y, en el momento de la aplicación de las actividades, asegurar el uso de la lengua castellana sólo como apoyo, priorizando la comprensión y expresión oral de la lengua extranjera.

### **3. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS SELECCIONADOS**

#### **3.1. Proyecto Didáctico: ¿De qué color es la luz?**

##### **Descripción del proyecto**

La construcción del proyecto didáctico no comienza a partir del currículo aragonés de educación, sino a partir de la selección de un tema general de Física y Química en el que se desee profundizar. En este caso, el contenido a abordar fue ‘luz y color’ en marco del curso de 2º E.S.O.

El proyecto didáctico está compuesto por 3 actividades: una actividad de iniciación, otra de desarrollo del concepto y finalmente una de aplicación. De esta manera se pretende trazar el camino que el alumnado deberá seguir para alcanzar las metas que significarán la adquisición del conocimiento.

Los objetivos generales de aprendizaje que el proyecto se plantea son:

- Disponer de un modelo de visión en el que se relaciona la luz, el objeto y el ojo del observador.
- Adquirir un esquema de representación (idealizado) de la propagación de la luz
- Comprender los fenómenos por los cuales el ser humano visualiza los diferentes colores

Para elaborar el camino que conduce a la consecución de dichos objetivos, el diseño de este trabajo partió de tres preguntas que vertebran la secuencia de actividades:

##### **- ¿De dónde parten los alumnos?**

En su parte introductoria, el proyecto recoge un análisis de las ideas previas en este tema en estudiantes de Educación Secundaria (Bravo et al., 2001), de las dificultades de aprendizaje más habituales (Osuna et al., 2012) y de los cuatro modos generales de conocer que los estudiantes emplean a lo largo de su proceso de aprendizaje del color (Bravo et al., 2008). Es a partir del estudio de estos artículos en didáctica de las ciencias experimentales donde podemos dar respuesta a la pregunta y conocer el punto de partida del alumnado.

Además, la primera actividad (iniciación/exploración) fue diseñada para que el docente, a través del diálogo con los estudiantes, pueda obtener información de las ideas que éstos albergan sobre la teoría de luz y color. La actividad permite que los

estudiantes comiencen a explorar por sí mismos este concepto y se pretende generarles una desconfianza en las ideas que hasta ahora tenían en su mente. La sesión consiste en experiencias de cátedra que podrán realizarse en el aula; son pequeños experimentos, palpables, muy visuales y con una sencilla explicación (anexo I).

### - ¿Qué hitos del camino debemos alcanzar?

El planteamiento de los hitos a lo largo del recorrido educativo comienza ya en la actividad inicial. Estos son: comprender que la luz está compuesta de ondas con diferente frecuencia, integrar la idea científica según la cual todo lo que vemos es luz reflejada y concebir el papel del ojo en la visión como receptor de luz.

Una vez alcanzado el primer set de hitos, los estudiantes estarán capacitados para afrontar la segunda actividad (desarrollo del concepto) la cual les permitirá comprender los siguientes fenómenos: formación de sombras, propagación rectilínea del haz de luz y teoría de los colores luz y colores pigmento.

La actividad se denomina ‘Sombras de colores’ y se realiza empleando un sistema de tres bombillas (azul, verde y roja) que proyectan su luz sobre una pantalla blanca (figura 1). El docente aprovechará las combinaciones de colores del sistema para ejemplificar distintas situaciones y pedir a los estudiantes predicciones sobre lo que creen que van a observar o explicar la razón de lo que están visualizando (anexo II).

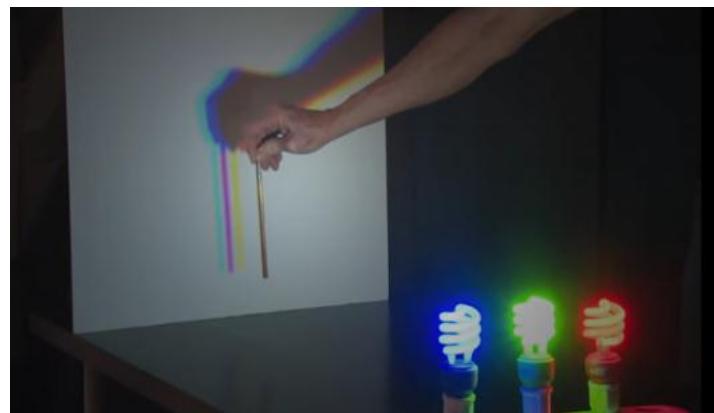


Figura 1. Sistema de tres luces de color empleado para la realización de la actividad de desarrollo. Las bombillas azul, verde y roja provocan la formación de tres sombras de colores: cyan, magenta y amarilla.

### **- ¿Dónde queremos llegar y cómo sabremos que hemos llegado?**

El punto al que se desea llegar es a conseguir los objetivos generales descritos anteriormente. Para saber si lo hemos logrado es necesario plantear una actividad de aplicación de los conocimientos en la que se pida a los estudiantes la producción de un elemento que sea objeto de evaluación.

La actividad consiste en un trabajo de investigación por grupos. Se retará a los alumnos a encontrar la respuesta a enigmas de la vida cotidiana relacionados con la luz y los colores (anexo III). Cada grupo deberá elegir una de las preguntas para responder y para ello emplearán el conocimiento adquirido en las sesiones anteriores y la búsqueda de información por en Internet. En la sesión final cada grupo expondrá en 5 minutos la respuesta que han hallado para dicha pregunta.

### **Conclusiones personales del trabajo**

Enseñar ciencia a los adolescentes es una tarea difícil puesto que implica el tránsito desde el modo intuitivo de conocer el mundo hacia el modo sistémico, abstracto y pluriconceptual característico del pensamiento científico. Conseguir dicha transformación y entender que este proceso se está dando en nuestros alumnos resulta fundamental a la hora de elaborar actividades efectivas en la enseñanza de las ciencias.

Por otro lado, analizar y estudiar los aspectos didácticos del contenido seleccionado resulta de vital importancia. La lectura de artículos referentes a la explicación del fenómeno de la visión me permitió conocer las dificultades conceptuales más importantes en los estudiantes en este tema y saber cómo diseñar el proyecto para que el aprendizaje tenga lugar de manera progresiva.

A partir de la realización de este trabajo puedo concluir que el contenido de Física y Química ‘luz y color’ precisa de una mayor presencia dentro del currículo aragonés de educación. Estoy totalmente de acuerdo con las ideas de Couso (2013) en cuanto a la selección del contenido: pocas pero grandes ideas. Y este proyecto es una muestra de ello. Abarcar la enorme complejidad de la visión del color en estudiantes de 2º ESO con un proyecto didáctico de un par de semanas de duración es un desafío. Sin embargo, es un contenido capaz de ser relacionado con un contexto de relevancia para el alumnado y con una actuación que desarrolle sus competencias científicas. El contenido debe dejar de concebirse como interesante per se para entenderse como interesante para favorecer la actuación con el mundo real, con el que debe tener alguna relación.

## **3.2 Unit Plan: Energy**

### **Descripción de la unidad didáctica**

El objetivo de la elaboración de la unidad didáctica fue que aplicásemos al diseño de las actividades las técnicas que se nos habían dado desde la asignatura ‘Recursos Didácticos para la Enseñanza de Materias en Inglés’.

Uno de los principios fundamentales de la enseñanza CLIL es el apoyo hacia el lenguaje del estudiante. Éste es uno de los aspectos que caracteriza la unidad didáctica para el cual se han incluido diversas estrategias y herramientas: marcos de escritura, iniciadores de frases, organizadores gráficos, textos adaptados, uso de las TICs, diferentes recursos para la enseñanza de un mismo contenido, trabajo en parejas y grupal, y una especial atención a la evaluación formativa.

CLIL divide la secuencia didáctica en cuatro etapas: activación, exploración, ampliación y evaluación; de manera que se establece una progresión creciente y estructurada con respecto a las demandas de aprendizaje a lo largo de la unidad. Por tanto, son estas cuatro etapas las que organizan la unidad didáctica elaborada para enseñar los contenidos de energía en Física y Química de 2º E.S.O.

#### **• Activación**

En esta primera fase se pretende activar los conocimientos que los estudiantes ya poseen acerca de la energía y motivarles en el estudio de este tema. Para ello se planifica una actividad para introducir el vocabulario respectivo a la energía (tanto el ya conocido como nuevo vocabulario más técnico), otra para concienciarles sobre el desperdicio de la energía y otra a modo de concurso a través de la proyección de un PowerPoint (anexo IV).

#### **• Exploración**

La fase de exploración es aquella los estudiantes descubren y adquieren los nuevos conocimientos sobre un contenido en particular. Para ello, y especialmente en CLIL, se deben proporcionar múltiples *learning centres* (oportunidades de aprendizaje) diseñados para promover la adquisición e integración del nuevo conocimiento y las nuevas habilidades.

En esta etapa la unidad didáctica incluye diversas modalidades de presentación de la nueva información. El número de *learning centres* de una unidad didáctica depende de

las necesidades del alumno y el ritmo de aprendizaje, no obstante se han incluido suficientes como para asegurar que la mayoría de la clase pueda seguir con normalidad el desarrollo de la unidad.

Los recursos elaborados (anexo V) incluyen: presentación PowerPoint para la explicación del concepto de energía y sus propiedades, vídeo explicativo de los diferentes tipos de energía, presentación Prezi sobre la energía térmica, una lectura, un mapa conceptual y una infografía sobre los modos de transferencia de la energía térmica y una presentación Genially sobre las fuentes de energía.

En las sesiones de clase también se emplean técnicas para fomentar la comunicación entre los alumnos ya sea oral (rutina de pensamiento *Plus One*) o escrita (actividad *Talking Chips*) y así se favorece además la ayuda entre pares. Desde un enfoque constructivista, se pretende que los estudiantes regulen su propio aprendizaje otorgándoles herramientas como *Think Chart* o *Graphic Organizers*.

- **Ampliación**

Los alumnos que demuestren que han adquirido los nuevos esquemas estarán listos para progresar hacia un aprendizaje más profundo. A medida que el alumno avanza en el aprendizaje, éste se vuelve mucho más relacional y se aborda con mayor profundidad.

En la tercera etapa de la unidad didáctica los alumnos desarrollan una comprensión profunda y refinan el conocimiento adquirido previamente. En ella no se adquieren nuevos saberes; se aplican y conectan los esquemas de conocimiento utilizando habilidades cognitivas de orden superior (HOTs) como la comparación, análisis, razonamiento, discusión, etc.

A continuación se les puede pedir a los alumnos que usen ese conocimiento de manera significativa para tomar una decisión, resolver un problema o investigar un tema. Esto también empuja a los estudiantes a poner en funcionamiento capacidades de orden superior (síntesis, evaluación...)

La unidad didáctica elaborada incluye para esta etapa (anexo VI) una corrección y reflexión sobre los mapas conceptuales que los estudiantes habrán realizado, un debate y un autoanálisis sobre aquello que han aprendido hasta el momento. Posteriormente, los alumnos deberán realizar por grupos un proyecto de diseño de una casa solar pasiva.

Para ello se comenzará explicando los aspectos clave para conseguir y preservar la máxima cantidad de energía térmica posible en el interior de la casa gracias a la luz del sol. A través de la puesta en común entre los miembros del grupo y el diseño inicial en papel, cada grupo construirá una maqueta de una casa de una sola habitación empleando materiales sencillos de papelería. La sesión posterior consiste en la medida de temperaturas en el interior de la casa para determinar cuál es el mejor diseño. Por último, cada grupo debe elaborar un informe donde recoja las características de su modelo, los resultados de la toma de medidas, las fortalezas y debilidades de su casa y las mejoras que introducirían.

#### • **Evaluación**

Esta unidad didáctica se desarrolla en torno a diferentes actividades cuya evaluación se centra principalmente en el aspecto formativo.

El docente brindará apoyo a los estudiantes durante las lecciones y los supervisará cuando se realicen los ejercicios de cada etapa tomando notas sobre la participación, las actitudes, contribuciones, etc. Además, el profesor también recopilará los distintos materiales que los alumnos producen a lo largo de la unidad para reunir evidencia sobre su aprendizaje y verificar la comprensión de los conceptos vistos en clase. Queda demostrado por tanto que, aunque la última sesión de la unidad corresponde a una actividad con un peso importante para la calificación final, la evaluación no queda reducida únicamente a esta última actividad.

Como finalización de la unidad, cada grupo presentará al resto de la clase las principales ideas de su informe sobre el proyecto de la casa solar. Además, en la última sesión (anexo VII) cada alumno realizará una autoevaluación, una coevaluación de los miembros de su grupo y valorará en un cuestionario su grado de satisfacción con la actividad del proyecto como evaluación del proceso de enseñanza.

#### **Conclusiones personales del trabajo**

La realización de la unidad didáctica ha sido un trabajo que me ha supuesto importantes retos debido principalmente a dos motivos. El primero es la escritura de un trabajo en inglés. Al escoger esta asignatura optativa sabría que superarla me iba a suponer un esfuerzo extra. Pero al mismo tiempo soy consciente del aumento de la enseñanza bilingüe y la importancia de sentirme capacitado para dar clases de ciencias

en inglés en el futuro. Quiero ser un buen docente y para ello debo estar bien preparado y aprovechar todo lo posible lo que se nos enseña desde el Máster.

El segundo motivo es debido a que la unidad didáctica constituye el trabajo del Máster que mayor grado de detalle ha demandado en cuanto a la planificación de las sesiones en el aula. En ningún otro se nos ha exigido la temporización de las actividades dentro de cada sesión, la lista de materiales necesarios así como la búsqueda y preparación de los recursos educativos que vayan a emplearse. Es decir, la planificación de la unidad didáctica está prácticamente lista para que un docente la lea y la aplique en el aula.

Considero este un trabajo muy necesario para llegar a ser conscientes del trabajo que conlleva la preparación de las sesiones con los estudiantes. Más aún cuando este curso hemos tenido que realizar el Prácticum II de manera telemática y la aplicación de una unidad didáctica se ha visto sustituida por la creación de materiales como presentaciones PowerPoint, vídeos, simulaciones, etc.

Cuando, en el primer cuatrimestre, me enteré de que deberíamos elaborar una programación didáctica, pensé que tendríamos que diseñar todas las actividades que haríamos con los alumnos en clase. Cuando supe que una programación didáctica no abarcaba tanto detalle, por una parte me alegré debido a la enorme carga de trabajo que habría sido necesaria. Sin embargo, por otra parte sentí que me faltaba algo para llegar a experimentar y aprender aquello que es necesario realizar para llegar cada mañana al aula sabiendo lo que vas a hacer ese día. Este trabajo me ha permitido conocerlo.

## 4. REFLEXIONES

Cada uno de los trabajos corresponde a una temática muy concreta en el campo de la física y la química; pero ambos comparten el constructivismo como enfoque a la hora de lograr el aprendizaje de los alumnos. Es por ello que las reflexiones no quedan orientadas hacia el contenido curricular de cada trabajo, sino hacia su diseño y metodologías empleadas.

Por tanto, considero que los trabajos han resultado muy útiles para cualquier tema o asignatura que deba enseñar como profesor. Esto resulta más evidente incluso en el caso de la unidad didáctica en inglés. La asignatura CLIL está planteada para que aprendamos cómo dar clase en inglés, no obstante, todo lo he aprendido resulta perfectamente aplicable (e incluso necesario) a cualquier materia impartida en español.

### **Reflexiones sobre las relaciones entre los trabajos**

Cabe comenzar las reflexiones con un planteamiento sobre los trabajos seleccionados y las posibles relaciones existentes entre ellos. Ambos trabajos han supuesto un cambio en mi concepción sobre cómo enseñar ciencia puesto que, hasta antes de comenzar el Máster, el único modelo que había tenido sobre cómo enseñar era el de mis profesores y profesoras de Instituto y Universidad. Y por lo general, el método aplicado por ellos fue tradicional y poco atractivo para mí.

Somos seres mucho más emocionales que racionales, por eso el individuo no actúa tanto por su voluntad individual como en función de aquello que cree que debe hacer en cada situación. La definición de una situación no es tan personal como social, y en ella reside la influencia (Ibáñez, 2004). Es decir, aunque desde el Máster se nos haya hablado muchísimo sobre la necesidad de un cambio en el modelo educativo y yo esté totalmente de acuerdo con ello; en el momento de encontrarme en el aula impartiendo clase a mis alumnos, tenderé a reproducir las pautas educativas que yo he visto en mis profesores.

Por ello los futuros docentes precisamos de un intenso entrenamiento que nos libere de las prácticas educativas que aprendimos por imitación cuando éramos estudiantes, y nos haga capaces de desarrollar el modelo educativo que realmente consideramos como el más adecuado. Este modelo recoge los principios de la teoría del conocimiento constructivista y los dos trabajos analizados se han elaborado en base a ella.

Ambos trabajos suponen el desarrollo de una secuencia educativa para ser aplicada en el aula que se divide en etapas a través de las cuales se avanza progresivamente en el conocimiento. A pesar de recibir nombres diferentes en cada trabajo, éstas resultan muy similares pudiéndose establecer una correspondencia entre ellas (tabla III).

Etapa	Proyecto Didáctico	Unit Plan
1	Iniciación	Activación
2	Desarrollo del concepto	Exploración
3	Aplicación	Ampliación
4		Evaluación

Tabla III. Relación entre las etapas en que se divide la secuencia didáctica de los dos trabajos seleccionados.

El proyecto didáctico no recoge explícitamente una fase de evaluación dado que no figuraba como requisito a la hora de realizar el trabajo; no obstante, toda actividad en el aula debe ir acompañada de su evaluación. De hecho, la actividad de aplicación está ideada para que sirva como instrumento de evaluación al docente a través de la exposición de cada grupo en la que deben presentar la información que han hallado para dar respuesta a la pregunta que les haya tocado sobre la visión del color.

Otro aspecto a resaltar en la tabla III es la diferencia que a simple vista se puede creer que existe entre la segunda etapa de ambas secuencias didácticas. Una actividad de desarrollo del concepto parece mucho más avanzada que una de exploración, sin embargo esta diferencia se debe únicamente a la terminología que cada método emplea. Según la metodología CLIL, es en la segunda etapa (*explore & discover*) donde se adquiere e integra el conocimiento (Marzano y Pickering, 2005). Al realizar esta distribución de las etapas desde una perspectiva constructivista se considera que para trabajar un concepto los estudiantes deben explorarlo y descubrirlo por ellos mismos, por eso la segunda etapa recibe esta denominación.

En cuanto a la tercera etapa, ya se ha visto que la fase de ampliación en CLIL implica dimensiones cognitivas más complejas entre las que se encuentra la aplicación de los conceptos adquiridos. Esto se corresponde con la tercera fase del proyecto didáctico.

A pesar de las muchas semejanzas, existe una diferencia principal entre ambos trabajos que, lejos de desconectarlos entre sí, hace que resulten complementarios agrandando así el interés de su análisis conjunto. El proyecto didáctico parte de la selección de un concepto, el análisis didáctico a través de los modelos de pensamiento y las dificultades de aprendizaje, las preguntas que lanzaremos a los estudiantes, los puntos más difíciles de entender y el regreso a la base de las explicaciones científicas. Mientras, la unidad en inglés se centra más en la planificación de las sesiones en el aula y recoge una gran variedad de recursos para favorecer la actividad del alumnado en la construcción de sus propios conocimientos y ofrecer oportunidades de éxito a todos los integrantes de la clase.

Digamos que el proyecto didáctico se centra en los conceptos que se van a impartir: es el ‘qué’ de la enseñanza, y la unidad didáctica corresponde al ‘cómo’. Entre ambos constituyen una combinación de habilidades muy útil y valiosa.

### **Claves para una enseñanza constructivista**

Los muchos resultados obtenidos en estudios de investigación cuestionan el antiguo paradigma de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Novak y Gowin, 1988), basado en la transmisión verbal del conocimiento. Frente a ello, se promueve su sustitución por el paradigma emergente de orientación constructivista. No obstante, la realidad pedagógica global, a pesar de los avances, no está totalmente preparada para este cambio, motivado fundamentalmente por la insuficiente preparación didáctica del personal docente (Fernández et al., 2006).

Personalmente, considero que precisaré muchas horas de dar clase hasta adquirir todas las habilidades y técnicas necesarias para efectuar una buena enseñanza constructivista. No obstante, la realización de ambos trabajos ha sido de enorme utilidad de cara a prepararme para formar parte del necesario cambio en el paradigma educativo actual. A través de ellos he podido ser más consciente de los puntos en los que el docente debe centrar su atención y esfuerzos para que el proceso de enseñanza sea dinámico, participativo e interactivo de manera que el conocimiento sea una auténtica construcción llevada a cabo por el estudiante.

Ambos trabajos me han permitido identificar algunos aspectos que considero claves para una enseñanza constructivista, y sobre los cuales he reflexionado:

#### ▪ Ideas previas

El constructivismo como método de enseñar ciencias, fundamenta su estrategia en el supuesto de que el alumno adquiera los contenidos mediante una construcción activa a partir de lo que sabe. Y es que uno de los principios más destacados de la psicología educativa es el que enuncia: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto, y enséñese consecuentemente (Ausubel et al., 1983).

Las ideas previas son uno de los aspectos que más influye en la asimilación de los contenidos científicos (Carretero, 1993). Si se enseña la ciencia al margen de las propias ideas que a menudo tienen los niños y los adolescentes, no se podrá producir una verdadera asimilación de los contenidos escolares, ya que perdurará siempre una separación entre lo que se ha recibido en la escuela y el conocimiento cotidiano o intuitivo que tiene el alumno al respecto.

El estudio de las ideas previas de los adolescentes sobre la luz y el color, anterior al diseño del proyecto didáctico, me permitió conocer el valor de averiguar las ideas previas para así conseguir un aprendizaje significativo y no memorístico.

#### ▪ Diseño de la secuencia de enseñanza

Diseñar secuencias de enseñanza y aprendizaje desde el marco constructivista implica preparar una actuación significativa con la que el alumnado aprenda a partir de sus propias herramientas y se le permita crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática.

Esto conlleva que el docente se plantea qué les hará pensar, comunicar, hacer y sentir a sus estudiantes para que aprendan; y a partir de ello trazar un camino a través del cual discurrirá la secuencia didáctica. La estructura de los trabajos aquí analizados refleja que dicho camino debe avanzar progresivamente hacia la profundización en los conceptos y las habilidades requeridas a los estudiantes.

La distribución por etapas de ambos trabajos ha constituido una tarea muy efectiva para aprender a elaborar unidades didácticas que promuevan el protagonismo del estudiante en su propio proceso de formación hacia la competencia científica. Y es que en la enseñanza, por el momento solo se está empezando a asumir el paradigma constructivista y no se disponen de suficientes buenos ejemplos en los que los nuevos

profesores de los programas de Máster de Secundaria podamos inspirarnos (Couso, 2013).

#### ▪ Aprender haciendo

De la mejor manera que aprendemos es cuando usamos aquello que aprendemos para hacer algo que realmente queremos, que nos parece interesante. Es por ello que el diseño del proyecto didáctico escapa completamente del método tradicional de enseñar de manera oral y través del libro de texto. En su lugar se plantean actividades para que los alumnos aprendan a través de la manipulación de objetos (de las experiencias de cátedra y sistema de luces para crear sombras de colores), búsqueda de información y producción de materiales. La unidad didáctica en inglés también busca lograr el aprendizaje mediante la realización del proyecto final y las múltiples ocasiones en que se invita a los alumnos a dialogar en pareja, en pequeños grupos o compartir sus ideas con el resto de la clase.

#### ▪ Trabajar la creatividad

Hacer implicar crear, y todos aprendemos mucho más cuando creamos cosas. Así pues, trabajar la creatividad constituye otro punto que todo docente debe considerar en su enseñanza.

Desde el constructivismo, el conocimiento es el resultado de una acción creadora y no simplemente una acumulación de formas a través de un proceso de abstracción mental (Rojas, 2004). Fomentar el pensamiento creativo permitirá desarrollar los procesos asimilativos del alumnado, a través de los cuales transforma subjetivamente la realidad y construye su conocimiento.

En la asignatura de Recursos para la enseñanza de materias en inglés se nos han proporcionado múltiples herramientas con las que trabajar la creatividad en el aula. Creatividad no siempre tiene porqué ser el producir un objeto, un cuadro u otra obra de arte. El uso de *graphic organizers* empleados en CLIL o de *Tony Ryan Thinker Keys*\* son materiales sencillos de preparar a través de los cuales podemos ayudar a que los estudiantes piensen de manera divergente.

\* para explicación, ver <https://clintsarahannajacob.weebly.com/#>

### ▪ Aprender a aprender

Para que los alumnos construyan significados personales, deben contar con herramientas para organizar tal información. La tarea del docente es presentar la información y proporcionar dichas herramientas para así conseguir que cada estudiante se haga cargo de su propio aprendizaje.

Cabe destacar en este apartado el concepto de metacognición. Al hablar de metacognición nos referíamos al conocimiento sobre el propio conocimiento y los procesos cognitivos para tener el control sobre ellos, esto es: saber lo que uno sabe, saber cuándo uno sabe, saber lo que necesita saber, y conocer la utilidad de las estrategias de intervención (Brown, 1978). Actividades como la autoevaluación o *KWL chart* son útiles para desarrollar la metacognición en los educandos y dotarles de estrategias con el fin de fortalecer su capacidad de construir el propio conocimiento.

### ▪ Andamiaje

El término andamiaje se basa en la visión socioconstructivista de Vygotsky sobre el aprendizaje, según la cual éste ocurre en un contexto de interacciones sociales que conducen a la comprensión (Vygotsky, 1978). El andamiaje consiste en el nivel de apoyo que se le brinda a un estudiante para realizar una tarea, con esta ayuda el estudiante puede conseguir una meta que no podría lograr por sí mismo.

Pero no se trata de dárselo todo masticado a cada alumno, independientemente del nivel formativo que estén cursando. Esta herramienta permite que el profesor le aporte aquellos recursos que el aprendiz necesita para completar un desafío, pero sin asumir el peso a la hora de completar la tarea; este siempre corresponderá al alumno.

Lo que se pretende con el andamiaje es trabajar en la zona de desarrollo próximo, en la cual se encuentran las tareas que el alumno no es capaz de hacer por sí solo pero que puede llegar a lograr con la ayuda de otra persona más capacitada. Es aquí donde debe incidir la acción educativa.

El andamiaje se hace especialmente necesario en aquellas materias incluidas en los programas bilingües de los centros. CLIL incluye numerosas estrategias para que el alumnado afronte con éxito las demandas lingüísticas, varias de ellas recogidas en la planificación de la unidad didáctica incluida en este trabajo (marcos de escritura, tablas de sustitución, textos adaptados y muchas oportunidades para la retroalimentación por parte del docente). El proyecto didáctico de luz y color no recoge en su informe las

herramientas específicas para el andamiaje, pero en las tres actividades se otorga gran importancia a los comentarios y ayudas que el profesor dé a los alumnos. Y también al trabajo grupal, puesto que en ocasiones no es necesario que el propio docente ejerza la función de andamiaje, sino que puede ser llevada a cabo por un compañero más capaz a través de una actividad de trabajo cooperativo.

#### ▪ **El rol del docente**

Este último aspecto se encuentra en relación con todos los anteriores, no obstante, resulta conveniente cual es el rol que el maestro debe adquirir para poner en práctica todo lo nombrado previamente y llevar a cabo una enseñanza constructivista.

En el modelo pedagógico constructivista el papel del docente es el de moderador, coordinador, facilitador, mediador y un participante más de la experiencia planteada (Comignaghi, 2014). En este proceso de aprendizaje constructivo, el profesor cede su protagonismo al estudiante quien asume el papel fundamental en su propio proceso de formación. Nuestra tarea como profesores no es enseñar, sino ayudar a aprender. El que aprende es el alumno y nuestra tarea es facilitar ese aprendizaje.

Algunas de las actuaciones (Herrera, 2009) que un docente constructivista debe llevar a cabo son:

- impulsar la autonomía e iniciativa del alumnado
- emplear materiales físicos, interactivos y manipulables
- estimular habilidades cognitivas tales como: clasificar, analizar, predecir, crear, inferir, elaborar, planificar, juzgar...
- investigar acerca de la comprensión de los conceptos que tienen los estudiantes, antes de compartir con ellos su propia comprensión de estos conceptos
- desafiar la indagación haciendo preguntas que necesitan respuestas muy bien reflexionadas y desafiar también a que se hagan preguntas entre ellos
- proporcionar múltiples retroalimentaciones sobre el trabajo de los estudiantes que les ayuden a reflexionar y avanzar en su aprendizaje

## **Impacto del confinamiento por coronavirus en la realización de los trabajos**

La principal consecuencia que el confinamiento por coronavirus tuvo en la realización de estos trabajos afectó a la unidad didáctica en inglés. Como ya he comentado, la esencia de este trabajo era aplicar aquellas herramientas didácticas que se nos iban explicando en clase. Al continuar el máster de manera telemática la asignatura perdió la calidad que tenía en la modalidad presencial, ya que muchas de las técnicas las aplicaba el profesor con nosotros y así las podíamos comprender y recordar mejor.

En el caso del proyecto didáctico, casi la totalidad de la asignatura estaba ya impartida cuando comenzó el confinamiento, por tanto, el diseño de la propuesta estaba claro y teníamos las herramientas para realizarlo. El inconveniente se produjo a la hora de no poder acudir a los centros para realizar el Practicum II, ya que había planteado ejecutar este proyecto con alumnos de secundaria. Estoy seguro de que aplicarlo habría supuesto un gran aprendizaje para mí, puesto que de idear unas actividades en el papel a hacerlas en el aula hay un gran paso.

## **Propuestas de mejora de los trabajos**

Tras haber finalizado el máster y realizar todo el análisis previo de ambos trabajos, cabe reflexionar también sobre las posibles mejoras que se podrían aplicar a cada uno.

### **Proyecto Didáctico: ¿De qué color es la luz?**

En lo que se refiere al proyecto didáctico sobre la luz y el color consideraría necesario realizar un cuestionario a los alumnos al comienzo de la actividad de exploración. Este cuestionario serviría para conocer sus ideas previas y así aportar información para enfocar el dialogo y las preguntas a los alumnos de la manera más eficaz.

De igual modo, para alcanzar los objetivos planteados serían necesarias más actividades, algunas de ellas mediante clase magistral, para conseguir un asentamiento sólido del modelo científico de la visión de los colores.

Estimo también necesario un mayor nivel de concreción en las actividades propuestas; habría que temporizar cada una de ellas y pautar cómo se llevará a cabo la evaluación. Sería conveniente detallar exactamente qué es lo que se pretende enseñar a los estudiantes con cada una de las experiencias de cátedra y cómo se va a hacer

(preguntas a las que deben responder, hipótesis planteadas, qué conclusiones deben sacar, datos que se les pueden pedir...). He de decir que las condiciones para realizar el trabajo eran que las actividades debían estar únicamente planteadas y tan solo había que desarrollar completamente una de ellas, ‘sombras de colores’ en mi caso.

El no haber llevado las actividades a la práctica me impide conocer otras de las muchas modificaciones que seguro serían necesarias. No obstante, los comentarios y preguntas tras la presentación del proyecto a mis compañeros de clase me aportaron una sugerencia que considero especialmente interesante como plan de transformación de la actividad ‘Sombras de color’. Dicha actividad está pensada para ser realizada en clase siendo el profesor quien manipule principalmente el sistema de tres luces y realice preguntas a los estudiantes. No obstante, según los recursos de las familias, el profesor podría realizar un vídeo modelo con las diferentes combinaciones de luz que deben experimentar y los estudiantes, por parejas, manipular el sistema RGB en su casa y grabar un pequeño vídeo en el que expliquen alguna de las situaciones. De esta manera se consigue que los alumnos se acerquen más a los fenómenos de visión del color y se favorece un aprendizaje más significativo.

### **Unit Plan: ‘Energy’**

La unidad didáctica en inglés sobre la energía también contiene elementos que he podido identificar como susceptibles de mejora. Algunas lecciones, especialmente las de la fase de exploración, comienzan con una presentación de la información por parte del profesor en lugar de dejar espacio primero al descubrimiento de los estudiantes. También se ha pecado de un demasiado control del docente durante los *learning centres* en vez de ceder más autonomía y otorgar roles a los alumnos. Ahora soy capaz de ver en estos hechos cómo trato de reproducir inconscientemente el modelo de docencia que experimenté siendo niño y adolescente.

Un aspecto interesante de modificar habría sido el introducir antes el reto de construir una casa solar, ya que no se comienza con él hasta la quinta sesión de la unidad. De esta manera se podría orientar el aprendizaje de los estudiantes hacia esta actividad final. La distribución del proyecto en tres sesiones hizo que algunas tareas relevantes tuvieran que ser realizadas por los estudiantes en su casa, mientras que habría sido muy enriquecedor el realizarlas en clase con el apoyo del docente.

Por último, el aspecto del lenguaje es primordial en este trabajo. La unidad didáctica solo incluye las demandas de vocabulario y resultaría muy conveniente identificar todos los requerimientos lingüísticos de los que precisará el alumnado. Esto comprende el vocabulario, las expresiones necesarias para comunicarse en clase y actividades de ayuda con el idioma.

## 5. CONCLUSIONES

### Sobre los trabajos seleccionados

Como conclusión de los trabajos seleccionados para realizar este Trabajo Fin de Máster, me gustaría recalcar la relación de ambos con la teoría constructivista del aprendizaje. El constructivismo fue el enfoque que siguieron durante las clases los profesores de las correspondientes asignaturas del Máster, por lo que puedo decir que, como alumno, he experimentado los efectos positivos de este modelo de docencia. Prolongó mi nivel de atención, me resultó más atractivo y motivante asistir a clase y sentí que salía del aula con una gran cantidad de conocimientos ya aprendidos.

El análisis de los trabajos me ha permitido conocer más sobre el constructivismo y darme cuenta de lo importante que es que los docentes nos mantengamos actualizados, no solo en relación a las materias que impartimos sino a las novedades educativas en asuntos de innovación, investigación educativa, nuevas metodologías... Estoy seguro de que el cambio del paradigma educativo en España se encontraría mucho más avanzado si un mayor número de docentes se encontrara bien informado en cuanto a metodologías constructivistas. Y es que no resulta complicado aplicar estrategias de corte constructivista en el aula, si bien se debe conocer primero cuáles son esas estrategias y cómo ejecutarlas.

### Sobre el Máster

El Máster de Educación superó todas mis expectativas. En vez de “un trámite para conseguir un papel que me permitiera ejercer de profesor”, el Máster ha sido uno de los cursos académicos que más motivado me he encontrado con aquello que estaba estudiando. El entusiasmo que despertó en mí desde las primeras semanas de curso confirmó mi vocación de ser profesor, lo cual hizo que viera una enorme utilidad en todo aquello que los profesores me explicaban ya que iba a poder aplicarlo muy próximamente.

Gran parte de dicha motivación es también debida al modo de enseñar de los profesores que he tenido. Cuando vi por primera vez los horarios, me asombré al ver que en algunas asignaturas teníamos 3 horas de clase seguidas. Claro que yo me imaginaba una instrucción magistral como la que había recibido en la carrera y estar todo ese tiempo atendiendo al profesor y tomando apuntes me parecía misión imposible.

La realidad fueron clases muy participativas en las que, a veces, los alumnos interveníamos más incluso que el profesor siendo éste el que actuaba de moderador y repartía los turnos de palabra. Clases en las que no me iba con seis carillas completas de apuntes (como ocurría en la carrera) pero en las que aprendía de manera mucho más significativa. Combinábamos teoría, práctica y tiempo para realizar trabajos grupales, tenía ganas de ir a la facultad cada mañana y me preguntaba por qué hasta el momento nadie me había dado clase de esa manera.

No obstante, también hay algunos aspectos que, personalmente, podrían mejorarse. Reconozco que esperaba aprender más sobre el manejo del aula y la habilidad para mantener el orden y el respeto, pues es algo muy complicado de conseguir. En el Máster nos han dado algunas pinceladas teóricas sobre este tema, pero sigo sintiéndome faltó de recursos para dirigir el grupo de clase. Supongo que hay aspectos como éste cuya única manera de mejorarlos y llegar a dominar es mediante la propia experiencia.

También considero que ha habido actuaciones de algunos profesores que iban totalmente en contra de aquello que nos estaban enseñando en su propia asignatura. Como el realizar un examen de tipo test (con un valor del 60% de la calificación final) en asignaturas en las que se había incidido sobre la baja efectividad del aprendizaje memorístico y lo poco aconsejable que era el realizar una prueba final de esas características a nuestros futuros alumnos.

A pesar de ello, en líneas generales estoy muy satisfecho con el Máster y todo lo que he aprendido. He aprendido a entender y relacionarme con adolescentes, he conocido una enorme variedad de recursos con los que trabajar y aumentar la motivación, he desaprendido ideas científicas erróneas que arrastraba desde hace años, he repasado los conocimientos de Física y Química que estudié en el instituto, y lo mejor de todo: me he quedado con muchas ganas de comenzar a trabajar como profesor.

## **Perspectivas de futuro como docente**

Hace muy pocos años que finalicé la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, y eso hace que guarde muchos recuerdos de cómo me sentía en clase como alumno, qué me aburría, qué aspectos llamaban mi atención y me mantenían atento, aquellos profesores a los que no les importábamos mucho y se limitaban a la explicación del temario o las características de otros que, por su forma de ser, hacían

que nos encontráramos a gusto en clase. Recordar esto hace que mi mayor motivación sea la de convertirme en un profesor cuyos alumnos no se aburran en clase y despierte su interés por aprender.

Me siento capacitado para ello; no obstante, me he dado cuenta de lo mucho que debe saber el profesor sobre un tema para poder realizar las actividades con éxito. Sé que será necesario volverme a repasar la teoría de aquello que estudié hace mucho y buscar la explicación de cosas que nunca llegué a entender correctamente.

Por otro lado, el modelo actual de la docencia vive un momento de incertidumbre tras la educación a distancia de los últimos meses. Realizar el Prácticum II de manera telemática me ha aportado habilidades para ejercer este tipo de enseñanza en un futuro. Sin embargo, considero inviable que en algún momento la enseñanza telemática llegue a instalarse como definitiva para educar a adolescentes. Educación no sólo supone introducir conocimientos en el alumno sino también contribuir a su desarrollo como persona educando en valores y competencias para la vida, y esto solo puede conseguirse a través de las relaciones sociales de manera presencial.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, M. M. (2007). Las ciencias experimentales y la enseñanza bilingüe. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 152-175.
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Bravo, S., Pesa, M., Colombo, E. (2001). Formación y actualización de maestros: una experiencia referida a la conceptualización de los fenómenos de la visión del color. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14(1), 5-17.
- Bravo, B., Pesa, M., Pozo, J.I. (2008). Cuando el aprendizaje de las ciencias implica un cambio de modo de conocer. El caso del color. *Revista de Enseñanza de la Física*, 21(1), 11-27.
- Brown, A.L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In Glaser, R. (ed.) *Advances in Instructional Psychology (Vol.1)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carretero, M. (1993). *Constructivismo y Educación*. México D.F.: Progreso.
- Casal, S. (2007). The integrated curriculum, CLIL and constructivism. *Revista española de lingüística aplicada*, 1, 55-66.
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). *Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología*. Actas XXI Jornadas de Psicodidáctica. Universidad del País Vasco.
- Coll, C. y Solé, I. (1997). Los profesores y la concepción constructivista. En Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A., *El constructivismo en el aula*, pp. 7-24. México D.F.: Colofón S.A.
- Comignaghi, M. (2014). Constructivismo, el rol del docente y la importancia del currículo. *Servicio de publicaciones de la Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo*, 99, 51-52.
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidad didácticas competenciales. *Alambique*, 74, 12-24.
- Coyle, D., Hood, P. y Marsh D. (2010). *CLIL Content and Language Integrated Learning*. Cambridge University Press.

De la Fuente, J., Peralta, F. J. y Sánchez, M. D. (2006). Valores sociopersonales y problemas de convivencia en la Educación Secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 4(2), 171-200.

Eurydice (2012). Cifras clave de la educación en Europa. Recuperado de <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9e2d1009-d3bd-4d00-9feb-74cce4d5e990/language-es>

Feher, E. y Meyer, R. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 505-520.

Fernández, J.M., Guerrero, M. y Fernández, R. (2006). Las ideas previas y su utilización en la enseñanza de las ciencias morfológicas en carreras afines al campo biológico. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, 37, 117-123.

Flores, L. E. (2010). El placer de aprender. *Revista Electrónica Educare*, 14, 41-47.

González, R. (1995). Características y fuentes del constructivismo. *Signo Educativo: revista del consorcio de centros católicos del Perú*.

Herrera, A. M. (2009) El constructivismo en el aula. *Revista Científica CSIF*, 14.

Ibáñez, T. (coord.) (2004) *Introducción a la psicología social*. Barcelona: FUOC.

Marzano, R. y Pickering, D. (2005). *Dimensiones del aprendizaje. Manual para el maestro*. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO.

Novak, J. y Gowin, B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Ed. Martínez Roca.

Orden ECD/489/2016, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, Zaragoza, España, 26 de mayo de 2016.

Osuna, L., Martínez-Torregrosa, J. y Menargues, A. (2012). Evaluación de la enseñanza problematizada sobre la luz y la visión en la educación secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 295-317.

Piesche, N., Jonkmann, K., Fiege, C. y Keßler, J. (2016). CLIL for all? A randomised controlled field experiment with sixth-grade students on the effects of content and language integrated science learning. *Learning and Instruction*, 44, 108-116.7

Rojas, M. E. (2004). *La Creatividad desde la perspectiva de la enseñanza del Diseño Industrial en la Universidad Iberoamericana*. [Tesis de maestría]. Universidad Iberoamericana, México.

Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Journal of Parents and Teachers*, 379, 45-51.

Sancho, F., Ruiz, F., Rodríguez, C. y Turino, F. (2016). Percepción del profesorado y alumnado sobre la docencia en inglés: aplicación AICLE en la UA. En Tortosa, M. T., Grau, S., Álvarez, J. D. (coords.). *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares*. (pp. 353-368). Alicante: Universidad de Alicante, Instituto de Ciencias de la Educación.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

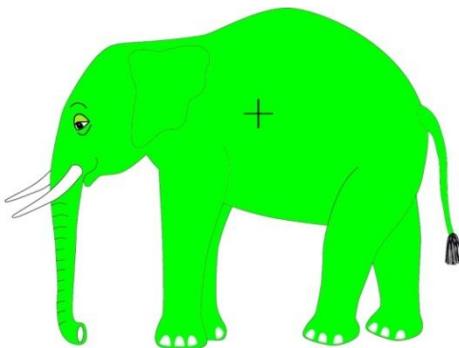
# ANEXOS

## Anexo I. Experiencias de cátedra pertenecientes a la actividad de iniciación del proyecto didáctico: '¿De qué color es la luz?'

- **El elefante rosa**

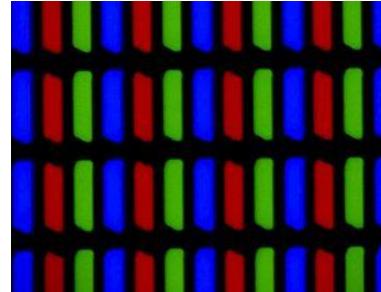
Con esta pequeña experiencia, lo que se desea alcanzar no es que entiendan a la perfección el mecanismo mediante el cual nuestros ojos ven un elefante rosa tras mantener la mirada en la imagen del elefante verde. La idea es que sea una de las primeras experiencias de la actividad para así enganchar a los estudiantes, provocarles, y que ellos mismos comiencen a hacerse preguntas y dudar de la información que les llega a través de sus ojos.

Se pedirá a los estudiantes que mantengan la mirada fija en la cruz de la siguiente imagen durante 30 segundos:



- **Tripletes RGB de una pantalla**

Mediante un microscopio de mano se mostrará a los estudiantes cómo las pantallas están compuestas por puntos muy pequeños de luz roja, verde y azul; puesto que únicamente con la combinación de esos 3 colores con diferentes intensidades se estimulan los receptores de nuestros ojos para visualizar todos los colores.



- **Espectroscopio con CD**

Observar el espectro de luz visible procedente de diferentes fuentes de luz mediante un espectroscopio construido de forma casera.

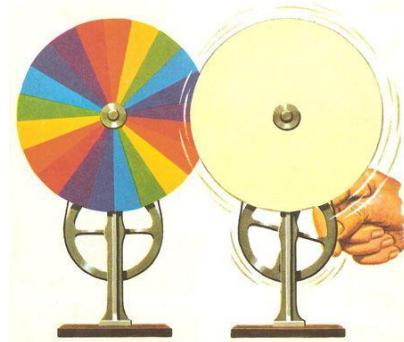
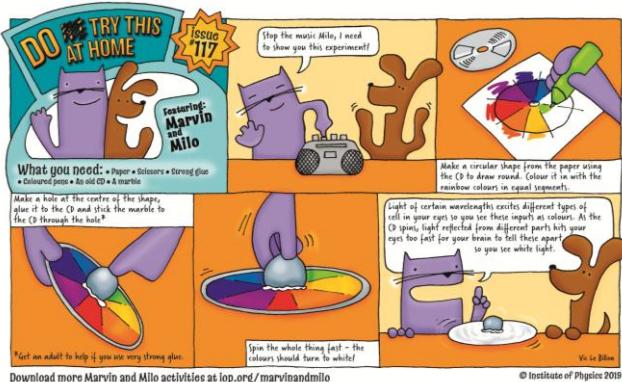
<https://www.khanacademy.org/partner-content/exploratorium-ddp/light-and-color/cd-spectroscope/a/cd-spectroscope-complete-activity-guide>

- **Prismas dispersivos**

Emplear prismas dispersivos para separar un rayo de luz solar en las frecuencias de onda correspondientes al espectro de luz visible.



- **Disco de Newton**



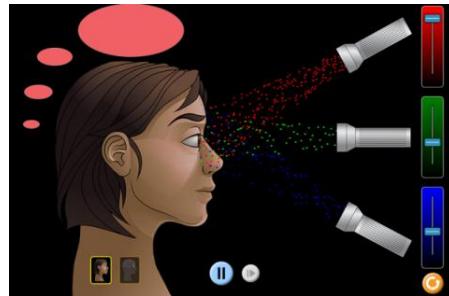
- **Cámara oscura**

Construir el interior de una cámara de fotos (cámara oscura) hacer un agujero pequeño y ver como entra la imagen del exterior pero invertida.

- **Simulador visión del color**

Empleo de un simulador informático mediante el cual se puede comprobar el color que el ser humano visualizaría según la intensidad que el ojo recibe de 3 fuentes de luz (roja, verde y azul)

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/color-vision>

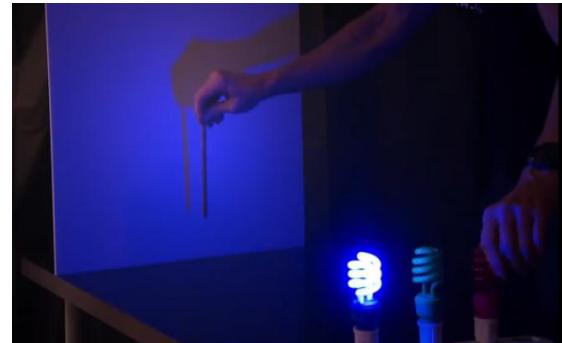


## Anexo II. Procedimiento con el sistema de 3 luces en la actividad de desarrollo del proyecto didáctico: ‘¿De qué color es la luz?’

El sistema de 3 luces ofrece diferentes posibilidades para trabajar con el color según encendamos 1, 2 o las 3 bombillas a la vez. La actividad comenzará con aquellas situaciones más sencillas para ir incrementando el grado de complicación del sistema poco a poco.

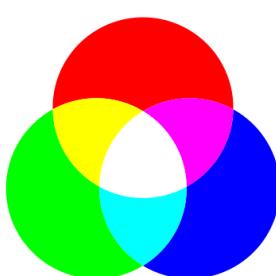
### → 1 SOLA BOMBILLA ENCENDIDA

Antes de comenzar con las sombras el profesor tomará un papel azul (que con luz blanca se vea de color azul) y preguntará a los estudiantes: “¿de qué color se verá el papel si lo pongo delante de cada una de las 3 luces?” El docente verificará las predicciones. A continuación colocará el folio azul delante de cada una de las 3 luces por separado para que los alumnos vean el resultado. Repetir hasta que toda la clase esté segura de que el papel azul se ve azul porque refleja la luz azul, así que necesita que le caiga una luz azul que pueda reflejarse. Después hará lo mismo pero con los papeles rojo y verde.



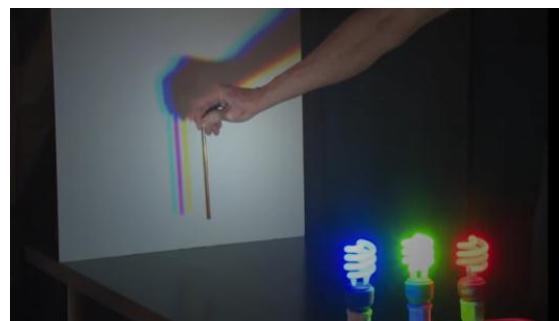
### → 2 BOMBILLAS ENCENDIDAS

Al encender 2 de las 3 bombillas, la pantalla (que antes era blanca) se tornará de color magenta, cyan o amarillo según la pareja de bombillas de colores primarios que esté encendida. Esto nos permitirá trabajar con los colores pigmento y preguntar a los estudiantes qué receptores de nuestros ojos están siendo estimulados en cada momento en función del color visualizado en la pantalla.



### → 3 BOMBILLAS ENCENDIDAS

Explicaremos la formación de la sombra magenta debido a que el bolígrafo bloquea el haz de luz verde por lo que en esa área de la pantalla únicamente inciden los haces de luz roja y azul (que como ya hemos visto anteriormente, generan en nuestro cerebro la visión de color magenta).



Para que los estudiantes entiendan este fenómeno debemos explicarles que la luz sigue una trayectoria de propagación rectilínea. Esto es sencillo de visualizar empleando un metro que une la bombilla con la sombra generada por el objeto.



Una vez explicada la generación de la sombra de color magenta, preguntaremos a los alumnos: "Entonces, ¿cómo se forman las sombras cyan y amarilla?

### **Anexo III. Preguntas sobre la visión de los colores en fenómenos cotidianos para la actividad de aplicación del proyecto didáctico: '¿De qué color es la luz?'**

- ¿Por qué el cielo es azul? ¿Por qué al atardecer se ven tonos rojizos? ¿Por qué el mar es azul?
  - ¿Cómo es posible que veamos el color magenta siendo que no aparece en el espectro visible? ¿Y el resto de colores que tampoco forman parte del arcoíris (rosa, ocre, marrón, gris...)?
  - ¿Por qué vemos los vasos sanguíneos de color azulado?
  - Si la luz (blanca) puede ser separada en todos los colores del espectro visible, ¿por qué solo necesitamos combinar luz roja, verde y azul para obtener blanco?
  - Si mezclamos luz roja, verde y azul (3 colores luz) obtenemos blanco; pero si mezclamos pintura roja, verde y azul (colores pigmento) obtenemos negro. ¿Por qué?
  - ¿Por qué cuando atravesamos un largo túnel y vemos la salida a lo lejos, se ve un foco de luz blanca?
- Además, todos los grupos deberán responder, tras lo aprendido en este proyecto, a la pregunta: "¿de qué color es la luz?"

## Anexo IV. Planificación de la sesión de la etapa de activación

### *Lesson 1 - Stage: Activation*

AIMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To evaluate themselves in order to see what they already know and what they wonder regarding the topic of energy.</li> <li>- To identify language and concepts related to the topic of energy.</li> <li>- To become aware of the problems that the misuse of energy could bring</li> </ul>
PROCEDURE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ss are given a worksheet containing a KWL chart which they have to complete regarding the topic of energy. At this point, they have to fulfil only the first and second columns and leave the “Learned” column blank in order to complete it at the end of the Lesson 4. [S] -10'</li> <li>2. A word cloud containing vocabulary related to the topic of energy is displayed on the board. In pairs, Ss have to answer some questions related to it. [S-S] - 20'</li> <li>3. Ss are asked to carry out a target practice routine. They have to reflect about the oil spill disaster considering how this problem affects themselves and the world around them. [S-S] -10'</li> <li>4. Teacher displays a Powerpoint presentation containing an odd one out activity which Ss have to carry out in pairs. [S-S] -10'</li> </ol> <p>After carrying out each of the activities, T will ask for volunteers to read their answers.</p>
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- KWL chart (see Appendix I)</li> <li>- Word cloud (see Appendix II)</li> <li>- Target practice worksheet (see Appendix III)</li> <li>- Ppt with odd one out activity (see Appendix IV)</li> </ul>
LANGUAGE TARGETED	<p><b>Language of learning:</b> Vocabulary related to the topic of Energy: fuel, conservation, insulators, radiation, electricity, kilowatt hours, power units, coal, nuclear, conduction, energy sources, renewable and nonrenewable energy, wind-turbine, responsibility, conversion, temperature, convection, battery, generator, thermal energy, kinetic energy, tidal energy, joules, Kcal, heat, oil spill, watt, mechanical energy, bioenergy, global energy, thermal energy, uranium, natural gas, biomass, disposable products, unplug devices, repair, engine, solar panels.</p>
ASSESSMENT	<p>Firstly, by asking Ss to complete the first and second columns of the KWL chart, teacher will be able to collect baseline data to identify previous schemas. In order to check that the concepts worked through the activities have been understood, the teacher will ask for volunteers to read their answers after carrying out activities 2, 3 and</p>

	4. In this way, he/she will be able to provide an explanation, if necessary.
--	--

## Anexo V. Planificación de las sesiones de la etapa de exploración

### *Lesson 2 - Stage: Explore*

AIMS	<ul style="list-style-type: none"><li>-To retell the information presented on the learning center in their own words</li><li>- To compile ideas of the learning center in a plus one thinking routine organizer.</li><li>- To apply the recently viewed concepts about types of energy and its transformation in a practical exercise.</li></ul>
PROCEDURE	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Teacher starts with the learning centers by displaying a Powerpoint presentation on the digital board in order to explain the concept of energy and its properties. Teacher also displays a short video on the conservation of energy for Ss to reach a better understanding of the concepts explained before. [T-S] -12'</li><li>2. Ss are asked to explain the previously seen content in their own words to their shoulder partner and write it down in order to hand it in. [S-S] -5'</li><li>3. T continues with another learning center by displaying another video, now on the different types of energy. [T-S]-10'</li><li>4. Ss are asked to complete a Plus One Thinking Routine organizer. For this purpose they have to get in groups of four and each student has to write the key ideas which they can recall about the video and pass the sheet to another member of the group so that they add their ideas too, until it reaches the last member. [S-S] -10'</li><li>5. In the last minutes of class, Ss share the information of their worksheet with the rest of the class and they can add other group's ideas when considering it. Then, each group has to hand their worksheet in. [S-S] -3'</li></ol>
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plus One Thinking Routine chart (see Appendix VIII)</li><li>• Computer</li><li>• Pencil/pen</li><li>• Homework exercise (see Appendix IX)</li></ul> <p>Learning center 1:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Powerpoint presentation on the energy and its properties (see Appendix V)</li><li>• Video on the properties of energy (conservation): <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Vx0yAS2u8ql">https://www.youtube.com/watch?v=Vx0yAS2u8ql</a> (see</li></ul>

	<p>Appendix VI)</p> <p>Learning center 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Video on the types of energy:  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=yaK8RnGY-eM">https://www.youtube.com/watch?v=yaK8RnGY-eM</a> (see Appendix VII)</li> </ul>
HOMEWORK	Ss are asked to describe the energy transformations that take place in three different pictures. They have to sent their answers to the teacher.
LANGUAGE TARGETED	<b>Language of Learning:</b> Transformed, transferred and dissipated energy, conservation, chemical energy, potential energy, kinetic energy, thermal energy, sound energy, light energy, electrical energy, mechanical energy.
ASSESSMENT	Teacher will collect Ss' summaries on their recallings about the concept of energy and its properties in order to gather evidence about their learning. Teacher will follow the same procedure with the plus one thinking routine activity. In addition, Ss' comprehension of the concepts viewed in class will also be checked through the homework exercise as it is a way of applying what they have already learned about energy.

### *Lesson 3 - Stage: Explore*

AIMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To work on the newly presented knowledge by carrying out a talking chips activity</li> <li>- To apply recently viewed concepts about Thermal Energy in a practical exercise</li> <li>- To collect ideas of a learning center in a thinking chart</li> <li>- To apply recently viewed concepts about Renewable and Non-renewable energy in a practical exercise</li> <li>- To create a mind map in order to apply and revise newly acquired learning</li> </ul>
PROCEDURE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teacher explains the concepts of thermal energy, heat and temperature by using a graphic design. T also gives Ss a link of a Prezi presentation on the same concepts to have a look at it if they need while she is explaining. In order to check Ss' understanding, teacher asks them to show their thumbs. [T-S] -7'</li> <li>2. Teacher uploads a folder to Google Classroom in which she/he includes three different learning centers; a reading, a mind map and an illustration of the ways of transferring thermal energy. Ss have to</li> </ol>

	<p>access them by using their tablets in order to learn about it. [S] -10'</p> <p><b>3.</b> T asks Ss to get in groups of four in order to carry out a Talking Chips activity. That is to say, they will be given the same number of chips and each member gets one single color. Then, T asks some questions related to the topic of Thermal Energy and after each question they have to give an idea and place one of their chips on the table. By the end, the more chips Ss placed, the better they did it. [S-S] -10'</p> <p><b>4.</b> T displays several examples of conduction, convection and radiation and, by working in pairs, Ss have to say the thermal energy transfer that has taken place [S-S] -6'</p> <p><b>5.</b> Teacher provides Ss with another learning center; an infographic and a Genially presentation in which renewable and non-renewable energy sources are defined. Ss have to access them by using their tablets. [T-S] -10'</p> <p><b>6.</b> Then, Ss are asked to complete a think chart in order to record their findings about the renewable and non-renewable energy sources and its implications. Ss have to hand it in at the end. [S] -7'</p>
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talking chips (see Appendix XV)</li> <li>• Thinkchart (see Appendix XIX)</li> <li>• pen/pencil</li> <li>• tablets</li> <li>• digital board</li> <li>• Activity. Examples of conduction, convection and radiation for Ss to identify. (see Appendix XVI)</li> <li>• Renewable and non-renewable worksheet for homework (see Appendix XX)</li> </ul> <p>Learning center 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphic design of Thermal energy, heat and temperature (see Appendix X)</li> <li>• Prezi presentation on Thermal energy, heat and temperature: <a href="https://prezi.com/8x16aivh3u76/thermal-energy-temperature-and-heat/">https://prezi.com/8x16aivh3u76/thermal-energy-temperature-and-heat/</a> (see Appendix XI)</li> </ul> <p>Learning center 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reading text on the ways of transferring thermal energy (see Appendix XII.)</li> <li>• Mind map on the ways of transferring thermal energy (see Appendix XIII)</li> <li>• Illustration on the ways of transferring thermal energy (see Appendix XIV)</li> </ul>

	<p>Learning center 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infographic about renewable and non-renewable energy (see Appendix XVII)</li> <li>• Genially presentation on renewable and non renewable energy:  <a href="https://view.genial.ly/58ca8a86233bc31290243dbe/interactive-content-energy-sources">https://view.genial.ly/58ca8a86233bc31290243dbe/interactive-content-energy-sources</a> (see Appendix XVIII)</li> </ul>
HOMEWORK	<p><b>1.</b>Ss are asked to carry out an activity in which they have to look at several drawings and say what is the energy source of each of them and if it is renewable or non-renewable. They have to send it to the teacher.</p> <p><b>2.</b>Ss have to create a mind map about the topic of energy and they are asked to send it to the teacher.</p>
LANGUAGE TARGETED	<b>Language of learning:</b> heat, temperature, thermal energy, conduction, convection, radiation, renewable (biomass, biothermal, hydropower, solar, wind), non-renewable (coal, natural gas, petroleum, propane, uranium).
ASSESSMENT	Teacher will use Thumbs up/down to check Ss' understanding after explaining the concepts of heat, temperature and thermal energy. Moreover, teacher will be monitoring while Ss are carrying out the Talking chips activity. Since Ss are asked to hand in the Thinkchart related to renewable and non renewable energy, she/he will be able to gather evidence about their learning too. Finally, teacher will check students' comprehension of the topic of energy by asking them to complete an activity for homework and to create a mind map.

## Anexo VI. Planificación de las sesiones de la etapa de ampliación

### *Lesson 4 - Stage: Extend*

AIMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To express and give reasons to support their arguments in a thinker key routine.</li> <li>-To evaluate themselves in order to see what they have learned regarding the topic of energy during the previous lessons.</li> </ul>
PROCEDURE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The first part of the session is devoted to the clarification of the concepts which T considers that are confusing for the Ss after having corrected their mind maps. [T] -10'</li> <li>2. Ss are asked to carry out a debate on the topic of energy. For this purpose, T gives them different thinking keys to direct their thinking. [S-S] -25'</li> <li>3. Finally, Ss are asked to complete the third column of the KWL chart so that they could become aware of what they have learnt during the last three lessons. After finishing it, they have to hand it in. [S] -15'</li> </ol>
MATERIALS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thinking keys (see Appendix XXI)</li> <li>- KWL chart (see Appendix I)</li> <li>- Pen/pencil</li> </ul>
LANGUAGE TARGETED	<b>Language of learning:</b> petroleum, renewable and non-renewable sources, energy, waste, save.
ASSESSMENT	<p>T will provide support for Ss to completely understand the concepts explained in the previous lessons. Also, T will be monitoring during the debate and will take notes about Ss' participation, attitude, contributions, etc.</p> <p>Moreover, Ss will be asked to hand in the KWL chart related to the topic of energy in general. T will use this information to gather evidence about their learning.</p>

### *Lesson 5 - Stage: Extend 'Passive Solar House' Project (I)*

AIMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>-To identify the key aspects of passive solar housing</li> <li>-To apply energy saving strategies when designing a house</li> <li>- To relate physics to aspects of everyday life</li> </ul>
PROCEDURE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. As introduction, teacher uses vital visuals to activate students knowledge about solar energy, temperature and energy dissipation (prior knowledge seen at explore stage).</li> </ol> <p>T starts a brainstorming session of key aspects to get and preserve</p>

	<p>the maximum possible amount of thermal energy inside a house thanks to sunlight.</p> <p>Ss are given a graphic organizer to take notes so that they can analyse and synthesise the different aspects.</p> <p>Finally, a cheat sheet will be displayed on the board with the graphic organizer correctly fulfilled. [T-S] - 20'</p> <p><b>2.</b> T explains what a passive solar house is, and tells Ss that they have to design and build a one-bedroom model house within the design constraints and specific materials (see ‘Design Challenge Handout’), using passive solar heating techniques to warm up the house as much as possible and sustain that temperature as long as possible.</p> <p>T gives Ss the rubric to assess the work along the project.</p> <p>In groups of 4, Ss put in common the information that they’ve collected in the organizer during the brainstorm. Taking it into account, Ss draw a sketch of the house and a list of materials that they would need. 2 models of passive solar houses of previous years will be displayed on the digital board to make them aware that the model must be simple.</p> <p>By the end of the class they must have obtained a final design indicating precise measurements and the name of the materials. T will take a picture of this final design as formative assessment [S-S] - 25’</p> <p><b>3.</b> At the end of class, Ss are asked to complete an exit ticket activity individually in order to answer how well did they understand the material viewed that day. [S] - 5’</p>
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphic organizer (see Appendix XXII)</li> <li>• Design challenge handout (see Appendix XXIII)</li> <li>• Project Rubric (see Appendix XXIV)</li> <li>• Socrative exit ticket (see Appendix XXV)</li> <li>• Screen &amp; Projector</li> <li>• Blackboard</li> </ul>
HOMEWORK	Ss are asked to build the main structure of the house, since during the next lesson Ss will have only 10’ to settle the house and start temperature measurements.
LANGUAGE TARGETED	<b>Language of learning:</b> heat, temperature, thermal energy, solar energy, dissipation, orientation, ventilation, shade, walls, roof, foam, fabric, thumbtack, scotch tape, masking tape.

ASSESSMENT	<p>Teacher checks Ss' organizer to see if it reflects most of the points raised in the class discussion.</p> <p>During the team work, T will go around to help Ss if they need and make sure they are sharing ideas and answering to others' ones in a respectful manner.</p> <p>The house final design is the output of this lesson. T will review it and will add some comments. The sheet will be given back at the end of next lesson so that Ss can use information from the T for their personal reflection.</p> <p>Lesson evaluation → exit ticket</p>
------------	---

### *Lesson 6 - Stage: Extend 'Passive Solar House' Project (II)*

AIMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- To build a house by using simple materials in order to develop creativity</li> <li>- To carry out a measurement process with scientific rigor</li> <li>- To represent data obtained in order to analyze the results (joining maths and science)</li> </ul>
PROCEDURE	<p><b>1.</b> Ss bring the materials already prepared from home. They join the different parts and finish assembling the house. [S-S] - 10'</p> <p><b>2.</b> Ss take and record temperature measurements simulating two different situations: 'During the day' and 'On a windy night' (see 'Testing steps and Results Worksheet') Before starting to collect data, Ss show green, yellow or red plastic cup to let T check their level of understanding. [S-S] - 15'</p> <p><b>3.</b> Time to pooling of results from all groups and analysing them. A member of each team writes on the blackboard the initial and the final temperature reached, and the slope for each testing part. With these results students can compare their design with others to see what worked well and what needs improvement; (for the next step: reflection). Also, we will know which is the best passive solar housing design! [T-S] - 5'</p> <p><b>4.</b> Based on their own and others groups' results, the teams must reflect on the strengths and weaknesses of their housing model, as well as on the improvements they could introduce. Ss will be given 'The Disadvantages Key' in order to make them</p>

	think what they would change if they had the time and ability to do so. In addition, they will be given ‘The Combination Key’ to combine the best attributes of their design and the ones that worked well in other groups so that they can create a new and improved home model. [S-S] - 20’
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300-watt light bulb and 1 desk lamp per team</li> <li>• 1 thermometer per group</li> <li>• 1 fan per group</li> <li>• Timer</li> <li>• Testing steps and Results Worksheet (see Appendix XXVI)</li> <li>• Planning script &amp; Writing frame (see Appendix XXVII)</li> </ul>
HOMEWORK	Each team has to prepare a project report for the next lesson, explaining information relevant to the design, results and reflection stages. T prepares a report planning script along with a writing frame to support language.
LANGUAGE TARGETED	<b>Language of learning:</b> heat, thermometer, light bulb, slope, bigger/smaller, better/worse, hotter/colder, higher/lower, more/less insulating, efficient...
ASSESSMENT	Teams hand the results worksheet in for teacher to evaluate the collected data. T also reviews conclusions and reflections from ‘disadvantages’ and ‘combination’ keys → groups make questions to the teacher at the reflection stage, which means instant feedback and formative assessment. Teacher's feedback will help them prepare the report.

## Anexo VII. Planificación de la sesión de la etapa de evaluación

### *Lesson 7 - Stage: Output & Assess 'Passive Solar House' Project (III)*

AIMS	<ul style="list-style-type: none"><li>- To demonstrate the learning by completing a report</li><li>- To share and explain the project to classmates</li><li>- To assess their own and teammates' work throughout the housing project</li><li>- To evaluate the activity and identify aspects for improvement</li></ul>
PROCEDURE	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Teams briefly showcase the main ideas of the report to the class. For speaking support, content from the written report can be read. [S-S] - 30' (24 Ss group = 6 teams → 5' per team)</li><li>2. Ss complete the 'Mates and Self Evaluation Form' to assess each member's contribution to team work. [S] - 10'</li><li>3. The didactic quality of the project will be evaluated based on the students' level of learning and their degree of satisfaction with the activity. To do this, the 'Make Note' Ron Ritchhart's routine will be applied. Ss can answer in the L1. [S] - 10'</li></ol>
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mates- and Self- Evaluation Form (see Appendix XXVIII)</li><li>• Project Assessment Form (see Appendix XXIX)</li><li>• Project Rubric (see Appendix XXIV)</li></ul>
ASSESSMENT	Project rubric: Ss' work to develop the whole project (lessons 5, 6 and 7) will be assessed through a rubric.