



**Universidad de La Laguna**

**Análisis comparativo del concepto  
de la luz en los currículos de  
secundaria español y  
estadounidense**

FACULTAD DE CIENCIAS

GRADO EN FÍSICA

**Fernando Pérez Fiel**

**Director:** Dr. Antonio Manuel Eff- Darwich Peña

**Co-tutor:** Dr. Daniel Alonso Ramírez

04 de julio de 2022

## Resumen

Cada vez son más los estudiantes que quieren terminar su formación académica en el extranjero, pero, ¿adquiere los mismos conocimientos en física un estudiante en España y en Estados Unidos a lo largo de su etapa de educación secundaria? ¿Hasta qué punto puede suponer una alteración en el nivel conceptual, en el campo de las ciencias cambiar de sistema educativo? El presente documento intentará dar respuestas a estas preguntas. Para ello, una vez fijada la etapa académica, el segundo ciclo de la educación secundaria en España, High School en Estados Unidos realizaremos una comparación de currículos sobre la Luz que se imparten en los centros de cada país. Dicha comparación se centrará en los objetivos académicos de la Luz que aparecen en la normativa que rige a cada uno de los países, la Ley Orgánica de la Educación realizada por el Ministerio de Educación y el Next Generation Science Standards (NGSS) en los cuáles se describen los conocimientos que deberían de haber alcanzado los estudiantes una vez hayan finalizado la etapa educativa.

PALABRAS CLAVES: *Conocimientos, competencias, currículos, comparación, luz, educación, NGSS, etapa educativa, objetivos*

## Abstract

Does a student acquire the same knowledge in physics and specifically in the subject of Light in Spain and in the United States throughout high school? Is it possible for a Spanish student to travel to the US to complete their academic stage or vice versa without altering their educational level in the field of science? This document will attempt to provide answers to these questions. In order to do this, once the academic stage has been established, the second cycle of secondary education in Spain, High School in the United States, we will we will execute a comparison of curricula on Light that are taught in centers of each country. This comparison will focus on the academic objectives of the Light that appear in the regulations that govern each of the countries, the Organic Law of Education implemented by the Ministry of Education and the Next Generation Science Standards (NGSS) in which it is described the knowledge that students should have achieved once they have finished the educational stage.

KEYWORDS: *Curricula, comparison, Light, Education, NGSS, Educational stage, Knowledge, targets.*

## Índice

1. Introducción .....	1
1.1 Estudio comparativo .....	2
1.2 Estudio comparativo de currículos de España con otros sistemas educativos.....	3
2. Objetivos .....	6
3. Metodología empleada para el estudio bibliográfico .....	6
3.1 Descripción del Sistema Educativo del currículo de Estados Unidos.. .....	7
3.2 Descripción del currículo español .....	11
3.3 Comparación de ambos sistemas educativos .....	12
4. Anclaje curricular de la luz en el curricular de la luz en el currículo de Estados Unidos y España.....	14
4.1 La luz en el Next Generation Science Standars .....	14
4.2 La luz en el currículo español de secundaria .....	20
4.3 Recursos académicos en el que se desarrolle el concepto luz .....	22
5. Análisis de resultados .....	29
6. Conclusiones .....	30

## 1. Introducción

In the first part of the work, introduction, we are going to deal with the academic background of our work. Analyze what is the concept of comparative study, the comparisons previously made between two academic curricula, in which Spain is found. To finish in this work we are going to focus on a comparative analysis of Spain-United States in the didactics of light.

En este trabajo se pretende realizar un estudio bibliográfico de los currículos de Estados Unidos y España, tomando la luz como eje principal de nuestro análisis, siendo conscientes de la importancia que tiene en la formación de futuros científicos. La motivación personal de este trabajo radica en mi día a día, ya que desempeño mi actividad laboral en una empresa de formación, guiando a alumnos dentro de su vida académica, la mayoría dentro de la etapa de secundaria y bachillerato, por tanto, me he dado cuenta de la escasa importancia que se le da a un tema como la luz dentro del currículo español, un sistema educativo europeo. Se trata de una comparación fundamentada en la importancia que tiene y ha tenido Estados Unidos como nación dentro de la carrera espacial, siendo la luz un tema fundamental en la misma. Mi misión fundamental fue investigar a fondo ambos currículos buscando el concepto de luz y explicar posteriormente las conclusiones que se han sacado de dicho estudio.

El plan lógico en cuánto a la didáctica de la luz consta de diferentes apartados, en primer lugar, se construye un modelo para la vision directa, donde los objetos iluminados con una fuente de luz externa son propiamente una fuente luminosa. Se realizan actividades que permitan explicar que la luz procedente de una fuente luminosa entra en el ojo humano, siendo este un sistema óptico en sí, donde se permitirá desarrollar el concepto de imagen óptica. Lo siguiente y ultimo es la realización de una prueba del modelo de refracción y reflexión utilizando diferentes medios materiales.. La relación que guarda la vision y la óptica con la luz es un complemento que podemos tartar para la profundización y ampliación de contenidos. En esta comparación empezaremos utilizando el informe PISA, basándonos en (Programme for International Student Assessment), el estudio de la eficiencia de los sistemas educativos de los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), no se consideran como punto de partida los resultados obtenidos en los informes PISA anteriores. Se evalúan tres tipos de conocimiento, lectura, matemáticas y ciencias sin estar relacionadas con el currículo de cada país, con finalidad de describir la situación educativa y promover su mejora. El estudio PISA se realiza a estudiantes de quince años, este dato me ha llevado a plantearme que dicho informe sea una buena forma de sacar resultados objetivos de ambos currículos.

Según el informe de OECD (2019), PISA 2018 Science Framework, en la modalidad de ciencias Estados Unidos se encuentra en la posición decimoctava con una puntuación media de 502 puntos y España en la posición trigésima con una posición de 483 puntos. Las puntuaciones son adecuadas a una media nacional quedando las puntuaciones encuadradas dentro de unos niveles. Las medias de puntos conseguidos

por los estudiantes estadounidenses en la modalidad de ciencias se encuentran enmarcados en el nivel 3, en el que los estudiantes son capaces de aplicar conocimientos de contenidos aprendidos para explicar fenómenos conocidos en un contexto diferente, pueden elaborar explicaciones complejas con apoyo o con indicaciones oportunas. Los estudiantes de este nivel son capaces de distinguir entre lo que es científico y lo que no e identificar las pruebas que lo respaldan en un enunciado científico. En cambio, España con un resultado medio de 483 se encuentra por un único punto de diferencia en el nivel 2 donde los estudiantes son capaces de hacer uso de conocimientos de la vida diaria y del conocimiento procedimental elemental para identificar una explicación científica adecuada, interpretar datos y utilizar el conocimiento científico elemental para identificar una conclusión válida de un conjunto de datos sencillos. Por último, antes de arrojar algunos datos obtenidos que se van a analizar, se explicará brevemente el nivel 4 que posteriormente vamos a nombrar. Los estudiantes son capaces de aplicar conocimiento más complejo o más abstracto, que se proporcione o que se recuerde, para elaborar explicaciones a sucesos y procesos más complejos o menos conocidos. También pueden llevar a cabo experimentos que requieran dos o más variables independientes en un contexto restringido. Son capaces de justificar un diseño experimental basándose en los elementos del conocimiento procedimental además de interpretar datos extraídos de un conjunto de datos moderadamente complejos o de un contexto menos familiar, sacar conclusiones adecuadas que vayan más allá de los datos y justificar sus elecciones. En la siguiente tabla vamos a expresar resultados que posteriormente vamos a analizar y sacar algunas conclusiones:

Comparación porcentual		
	Estados Unidos de América	España
Porcentaje inferior al nivel 2	25,45%	28,18%
Porcentaje superior o igual al nivel 4	27,07%	19,09%

Tabla 1: Comparación porcentual del resultado PISA, inferiores al nivel 2 y superiores al nivel 4

### 1.1. Estudio comparativo

Tal y como muestra el autor Montero Espinoza, Víctor. “La educación comparada : breve estudio documental” (1983). Se define a la Educación Comparada como la ciencia que plantea e intenta resolver los problemas educativos, valiéndose del método comparativo, aplicado científicamente y acomodado a la naturaleza de dichos problemas en general y de cada rama de ellos en particular. La educación comparada, como ciencia autónoma, es muy joven en referencia a otras disciplinas científicas que concurren al esquema formal de las Ciencias de la Educación. La misión de la Educación

Comparada es el progreso de las sociedades. Es un instrumento probadamente valioso que ha posibilitado mejoras reales en el desarrollo de la educación contemporánea. El desarrollo de sistemas educativos nacionales, se ha visto potenciado en función de la existencia de la metodología comparada con el propósito de mejorar la educación mundial. La historia de esta joven disciplina de las Ciencias de la Educación nos muestra un quehacer constante, un dinámico enriquecedor y permanente reciclaje que las acciones educacionales de los diversos Estados.

## 1.2. Estudio comparativo de currículos de España con otros sistemas educativos

Una parte importante de la formación académica es conocer las formas de comunicar, construir e interpretar aprendizajes disciplinarios característicos de cada curso académico, por tanto, es muy importante conocer antecedentes que faciliten el conocimiento de los estudios que se han realizado previamente. En “Antecedentes de un proyecto”. (En: Significados.com) “los antecedentes en un trabajo de investigación o antecedentes de un problema, son todos los trabajos realizados previamente sobre el tema que se va a investigar y que aportan información relevante para nuestro trabajo.” Esta parte del trabajo consta del análisis de comparaciones ya realizadas previamente entre los currículos académicos, en el que se compara a España con otros sistemas educativos en diferentes ramas de conocimiento. Por cada proyecto se enumerarán aspectos del trabajo como objetivo del mismo, características metodológicas y por último la relación que tiene con nuestro Proyecto en forma de similitudes y diferencias.

### 1.2.1. Estudio comparativo de los currículos de probabilidad y estadística español y americano

En el proyecto realizado por Jaldo, Pilar (2013), Universidad de Granada. El objetivo del trabajo que se aborda trata del estudio de similitudes y diferencias en las capacidades que presentan los alumnos en los diferentes ciclos académicos en España con respecto a Estados Unidos relacionándolo con el concepto de Estadística. En cuanto a las características metodológicas el trabajo viene descrito en seis tablas, la primera nos muestra cuál es la correspondencia entre los diferentes sistemas educativos. En las siguientes se habla de la relación curricular en el tema de estadística durante el primer ciclo de primaria con edades entre seis y ocho años, segundo ciclo de primaria con edades entre los ocho y diez años, tercer ciclo de educación primaria y primer ciclo de educación secundaria entre los diez y catorce años. Las dos últimas tablas que comprenden el último ciclo de la educación secundaria y bachillerato hasta los dieciocho años, respectivamente. Siempre que se habla de una relación curricular nos referimos a la educación comparada en el tema a tratar.

Se encuentran similitudes en cuanto a la ubicación geográfica del tema a tratar y el campo de estudio relacionado con las ciencias. Pero si se profundiza en las diferencias en este proyecto al contrario que en nuestro caso, se va a utilizar el “National Council of Teachers of Mathematics”. Además, queda claro que es un estudio general de todas las etapas educativas de un estudiante hasta su incorporación en la Universidad. Para su comparación con el currículo español se toma en consideración el “Real Decreto

1631/2006” en el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

### 1.2.2. Análisis comparado de la Educación STEM en los currículos de Reino Unido y España

En el trabajo realizado por González, Laura (2020), Universidad Pontificia Comillas se presenta como objetivo principal un análisis de Educación Comparada entre Reino Unido y España vinculado a la educación “STEM”, además en la página web “Educar en STEM, un reto para Madrid” de la Comunidad de Madrid “la Educación STEM combina las áreas de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas creando un método integrador e ilustrativo que facilita el aprendizaje en estas disciplinas desde la propia experiencia”. En cuanto a las características metodológicas del proyecto se plantean tres preguntas, ¿qué voy a comparar?, ¿cuándo voy a comparar?, ¿cómo voy a comparar? Las respuestas serán respectivamente las siguientes, el análisis comparado que se realiza se hará entre Reino Unido y España, ambos países europeos, el momento de la comparación es el año 2019/2020 en los sistemas educativos vigentes en tales países, Department for Education (2015). “The national curriculum primary programmes of study and attainment targets for key stages 1 and 2” y Gobierno de España (2018). “Real Decreto 126/2014, de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria” respectivamente. Durante el curso académico nombrado, así como los siguientes indicadores (objetivos, contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación).

En cuanto a las similitudes presentes en ambos proyectos se encuentra el objetivo de la educación comparada entre dos currículos académicos, en los modelos STEM, además se observa que la comparativa se realiza con el currículo del Ministerio presente en el BOE (Boletín Oficial del Estado). En cuanto a las diferencias que encontramos se encuentran el país que se realiza la comparación y el curso académico presentes en dicha comparación.

### 1.2.3. El curriculum de educación infantil: Comparación entre EEUU y España

El trabajo realizado por Martín, Raquel (2013), “Universidad de Valladolid” tiene como objetivo del proyecto tratar los actuales sistemas educativos centrado en el Estado de Minnesota y España, en el cuál se extraen diferencias y similitudes en el marco de las ciencias sociales relacionándolo con la educación infantil. El trabajo está centrado en la educación comparada en torno al análisis de los sistemas educativos actuales de ambos países, desarrollando rasgos generales que caracterizan a cada uno dándole una mayor importancia al currículo, sistema educativo y autonomía.

Entre las similitudes presentes en ambos proyectos encontramos los países en los que se hace la comparación, aunque en un territorio más concreto, el Estado de Minnesota. Para la toma de resultados se ha utilizado el informe PISA 2012. Las

diferencias son apreciables desde el curso académico para el que se hace la comparación, pasando por el Real Decreto utilizado motivado por el año del trabajo y el proyecto educativo empleado, se utiliza el “Minnesota’s Early Learning Standards”.

1.2.4. El modelo de evolución biológica en el currículo de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países.

Este trabajo desarrollado por Vázquez, Lucía y Bugallo, Ánxela (2018), “Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 15, número 3” “Universidad de Cádiz” tiene como objetivo principal un análisis de Educación comparada en el ámbito de las ciencias para Reino Unido, Francia, Portugal, Suecia, España y Estados Unidos de América. Teniendo en cuenta el tema principal de estudio, esto es, la introducción del modelo de evolución en Educación Primaria. Además, el desarrollo se llevó a cabo un análisis de documentos oficiales con el objetivo de comprender mejor el contexto de la realidad académica, sino además completar la información obtenida por medio de otras técnicas y fuentes en los países nombrados anteriormente. En lo que respecta a las similitudes y diferencias entre este texto y el que se va a desarrollar, uno de los lugares de comparación son los Estados Unidos y el tema es científico, la evolución. En cuanto las diferencias tratarían del curso académico hacia el que se dirige la comparación y la comparativa curricular.



## 2. Objetivos

The main objective of this work is the comparative analysis of two educational systems, The United States and Spain in the concept of light. The secondary objectives we find, bibliographic search on the subject referring to previous comparative studies between two educational systems taking Spain as a point of union, analysis of the American scientific curriculum regarding the NGSS, search for academic resources regarding light, statistical analysis of the number of resources present for both educational systems.

El objetivo principal de este trabajo radica en el análisis comparativo de dos sistemas educativos, Estados Unidos y España en el concepto de la luz. En cuanto a los objetivos secundarios encontramos, búsqueda bibliográfica sobre el tema referente a los estudios comparativos previos entre dos sistemas educativos tomando a España como punto de union, análisis del currículo científico de educación estadounidense, NGSS, búsqueda de recursos académicos referentes a la luz, análisis estadístico del número de recursos presentes para ambos sistemas educativos.

## 3. Metodología empleada para el estudio bibliográfico

The introduction of how education is in the US, its academics bands and the way in which it is financed, the analysis of the Next Generation Science Standards (NGSS), its relationship with the Spanish curriculum are part of the methodology of our project

Tal y como dice en la página web [modelocurriculum.net](http://modelocurriculum.net), en la que se habla de la estructura del curriculum educativo. Por cada una de las asignaturas que se imparten en todos los cursos escolares, tanto en Primaria, como en ESO (Educación Secundaria Obligatoria) como en Bachiller, se realiza un currículo de educación diferente. Este elemento es el que establecerá las bases de cada una de las asignaturas, esto se repite también en los estudios superiores, ya sean universitarios o de formación profesional. El currículo educativo es el esqueleto de toda asignatura y es básico para marcar los objetivos que se quieren conseguir, las competencias profesionales que los alumnos deberán adquirir y los procedimientos que se deberán seguir para trasladar los conocimientos y contenidos a los estudiantes. Además de ser de obligado cumplimiento, el currículo educativo es de gran ayuda para el profesorado, que encuentran en ellos una guía a seguir a lo largo de cada curso escolar. Todo currículo educativo consta de unos elementos concretos y que son comunes en todos los casos. Lo que variará, entonces es el contenido que encontraremos dentro de cada uno de ellos. En líneas generales, los elementos curriculares que siempre se repetirán son los siguientes: objetivos, contenidos y criterios de evaluación, estándares de aprendizajes evaluables, metodología didáctica y competencias.

### 3.1. Descripción del Sistema Educativo y el currículo de Estados Unidos

Como se recoge en el libro escrito por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012), *El mundo estudia en español* La Constitución de Estados Unidos establece que no es misión del Gobierno Central, sino de los Estados Federados ofrecer un sistema educativo que atienda las necesidades de sus ciudadanos. Esta descentralización hace que cada Estado tenga las responsabilidades de organizar, administrar y evaluar su propio sistema educativo. El Gobierno Federal se limita a supervisar y ofrecer programas de compensación educativa para las minorías con necesidades específicas y a financiar proyectos y programas innovadores. Los distritos escolares son los que diseñan y ejecutan los planes de estudios, contratan al personal y administran los presupuestos. En cuanto a la financiación de la educación existen tres tipos de centros educativos: los públicos (a los que acude un 91% de la población escolar), los privados (79% de ellos con orientación religiosa) y los denominados charter (con un sistema similar a lo que conocemos en España como colegios concertados). En la financiación de estos centros escolares intervienen los poderes públicos, Estado, instituciones locales y en tercer lugar algunas instituciones o corporaciones de carácter privado. La siguiente tabla recogerá algunos indicadores educativos fundamentales sobre Estados Unidos como la tasa de alfabetización del país, número de alumnos por profesor dentro de un aula, entre otros. Cabe destacar la Fuente de estos datos “National Center for Education Statistics (NCES), Digest of Education Statistics, (CIA) World Factbook, National Education Association (NEA) y Washington Post”. Así mismo la tabla fue extraída de la Fuente anterior el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012), *El mundo estudia en español*.

Tasa de alfabetización	99%
Edades límites de escolaridad obligatoria	6-16/18 años según estado
Inversión en Educación y porcentaje del PIB dedicado a educación	3,4%
Número de profesores incluyendo todos los niveles educativos	3.585.119
Ratio de alumno por profesor	15,8
Salario medio anual de un profesor de la escuela pública en Primaria y Secundaria	58.064 \$
Número de alumnos en la escuela pública en Educación Primaria	5.298.000 (Desde kindergarten a K-8)
Número de alumnos en la escuela pública en Secundaria	14.970.000 (High School)

Tabla 3.1.1: Indicadores académicos del sistema educativo estadounidense

Tasa de alfabetización	98,44%
Edades límites de escolaridad obligatoria	3-16 años
Inversión en Educación y porcentaje del PIB dedicado a educación	4,26%
Número de profesores incluyendo todos los niveles educativos	755.427
Ratio de alumno por profesor	10,4
Salario medio anual de un profesor de la escuela pública en Primaria y Secundaria	29.200 €
Número de alumnos en la escuela pública en Educación Primaria	2.795.481 alumnos
Número de alumnos en la escuela pública en Educación Secundaria	2.055.170 alumnos

Tabla 3.1.2: Indicadores académicos del sistema educativo español

Fuentes: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2022), Datos y cifras curso escolar 2021/2022

En lo que respecta a la comparación de los datos de ambos sistemas resulta significativo que en Estados Unidos la escolarización comienza a los 6 años mientras que en España comienza a los 3. Cabe destacar la inversión que hace España en el ámbito de la educación un 4,26% mientras que Estados Unidos un 3,4% y así mismo también me resulta curioso el ratio de alumno por profesor, un 10,4 en España frente a un 15,8 en Estados Unidos. Otra cosa más significativa es el salario medio anual por profesor en ambos países, mientras que en Estados Unidos es de cincuenta y ocho mil dólares anuales en España solo es de veintinueve mil euros anuales. En la tabla 3.1.3 desarrollada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012), El mundo estudia en español se mostrarán los cursos por los que tiene que pasar un alumno si estudia en el sistema educativo estadounidense.

Una vez hemos comparado datos de sistemas educativos de ambos países vamos a introducir el currículo de cada país. En Estados Unidos para el estudio de las ciencias se basan en el Next Generation Science Standards (NGSS), tal y como argumentan en su página web [nextgenscience.org](http://nextgenscience.org) (2013), es el resultado de un trabajo de alrededor unos veintiseis Estados dentro del país para crear unos estándares de aprendizaje<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estándares de aprendizaje: son referentes que describen lo que los estudiantes deben saber para cumplir los objetivos de aprendizaje definidos en las bases curriculares.

	Etapa educativa	Duración/ Niveles	Edad	Autoridad educativa
Educación Básica	Educación infantil (Kindergarten y Pre- Kindergarten) (no obligatoria)	Preescolar Educación infantil	2-5	Departamentos de Educación de los diferentes Estados
	Educación Primaria (Elementary School)	Cursos 1º- 5º/6º	6- 11/12	
Educación Básica o Secundaria	Educación Secundaria (Middle School o Junior High School)	Cursos 6º o 7º a 8º	11-13	
		Cursos 7º y 8º	12-13	
Educación Secundaria	Educación Secundaria (High School)	Cursos 9º a 12º	14-18	
Educación Superior	Community/Junior/ Technical Collegue/College University			Universidades

Tabla 3.1.3: Etapas del sistema educativo de Estados Unidos

multidisciplinares ricos en contenido y práctica, organizados de manera coherente para que la educación de sus estudiantes sea de referencia internacional. El NGSS contiene estándares de aprendizaje hasta el último año de Educación Secundaria, High School en Estados Unidos. Los estándares son un conjunto de explicaciones sobre que deben de saber los estudiantes, estos estándares de aprendizaje aportan al docente flexibilidad para diseñar una lección de aprendizaje que acerque a los estudiantes a la ciencia y los preparen para cursos más avanzados o carreras universitarias.

A continuación se va a explicar como funciona este método de aprendizaje teniendo en cuenta la forma en la que se distribuye el currículo educativo, dicha explicación viene desarrollada en Achieve (2016) How to read the Next Generation Science Standards. El currículum NGSS se basa en tres pilares: Science and engineering practices (describen los conceptos científicos) normalmente se conocen como practices, disciplinary core ideas (que describen las principales ideas de las ciencias) habitualmente podemos conocerlas como DCIS y crosscutting ideas (que tratan de conectar las distintas disciplinas científicas). El NGSS fue desarrollado en base a los estándares de aprendizaje (performance expectation), aquello que debe de conocer y ser capaz de entender y realizar al final de la lección cada estándar de aprendizaje integra las tres dimensiones de cobertura del currículum, conceptos y conexión directa con la ciencia, contenidos evaluables y grado de interdisciplinariedad de cada objetivo académico. En la, tabla 3.1.4 se explicará la relación que guarda el nivel académico con el estándares de

aprendizaje. De la misma manera que se hizo con el nivel académico también organizamos el estándar de aprendizaje de acuerdo a la rama científica que se estudia y por otro lado dentro de cada una de ella también hay distintos subapartados que analizaremos en la tabla 3.1.5.

Relación que guardan las expectativas de aprendizaje con el nivel académico	
Grade 1	1
Grade 2	2
Grade 3	3
Grade 4	4
Grade 5	5
Middle School	MS
High School	HS

Tabla 3.1.4: La relación que guardan los niveles académicos con el código del estándar de aprendizaje

Cómo se organizan las expectativas de aprendizaje de acuerdo a la rama científica			
Physical Science (PS)	Life Science (LS)	Earth and Space Science(ESS)	Engineering, Technology, and Applications of Science(ETS)
(PS1) Matter and Interactions	(LS1) From Molecules to Organism: Structures and Properties	(ESS1) Earth's Place in the Universe	ETS1 Engineering Design
(PS2) Motion and Stability: Forces and Interactions	(LS2) Ecosystems: Interactions, Energy, and Dynamics	(ESS2) Earth's System	
(PS3) Energy	(LS3) Heredity: Inheritance and Variation of Traits	(ESS3) Earth's and Human Activity	
(PS4)Waves Properties	(LS4) Biological Evolution: Unity and Diversity		

Tabla 3.1.5: Explicación del código de acuerdo con la rama científica del estándar de aprendizaje

La tabla 3.1.5 está dividida por dominios, referentes a cada tipo de conocimiento científico, por ejemplo dentro de Physical Science con código (PS), encontramos 4 dominios diferentes, (PS1, PS2, PS3, PS4), cada uno de ellos clasificado por su temática dentro de Physical Science. Por lo tanto, es muy probable encontrar dentro de cada dominio distintos apartados relacionados con el dominio principal, esto se suele denotar en la terminación del dominio, para aclarar lo que estamos comentando vamos tomar un ejemplo de las expectativas de aprendizaje. MS-PS4-2: "Develop and use a model to describe that waves are reflected, absorbed, or transmitted through various materials". Si relacionamos esta expectativa de aprendizaje con lo descrito previamente observamos que "Develop and use a model to describe" está relacionado con conceptos ya que desarrolla y usa un modelo para describir un fenómeno, "that waves are reflected, absorbed, or transmitted through various materials" trata por su parte de los contenidos tales como la reflexión, absorción o transmisión a través de diferentes materiales. Entonces después de lo explicado podemos deducir que el código MS-PS4-2, corresponde al grade band Middle School, a la rama científica Physical Science y al dominio Waves Properties, para terminar el número 2 corresponde al segundo estándar de aprendizaje que presenta este código.

### 3.2. Descripción del currículo español

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (3 de enero de 2015). En este documento se da a conocer el plan académico de un alumno regido por la educación en España. Los aspectos generales de la Educación Secundaria Obligatoria consisten hacer conocer a los alumnos aspectos humanísticos, artísticos, científicos y tecnológicos, desarrollar y consolidar en ellos hábitos de estudio y de trabajo con el objetivo de prepararlos para la posterior vida académica o laboral.

Se trata de un documento público de libre acceso en donde se puede consultar los estándares de aprendizaje de un alumno dividido por asignaturas y por ciclos de la Educación Secundaria. En España la Secundaria se divide en dos bloques el primero donde engloba desde primero a tercero y el segundo bloque que solo entra el cuarto curso. Las asignaturas se encuentran ordenadas alfabéticamente y separadas por bloques. Cada asignatura de cada bloque presentará tres columnas diferenciadas en contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizajes. Según Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (3 de enero de 2015), un contenido es "el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa". Asimismo un estándar de aprendizaje es "la especificación de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje y que concretan lo que el alumno debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura". Por último se define criterio de evaluación como "el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado".

En resumidas cuentas la estructura que presenta el currículo del Sistema Educativo español para secundaria es un documento "pdf" donde todas las asignaturas están ordenadas por orden alfabético y bloques, divididas por contenidos, criterios de

evaluación y estándares de aprendizaje en una tabla. La tabla 3.1.6 muestra la conexión entre ambos currículos.

Conexión entre el Next Generation Science Standards y el Currículum Español	
Science and engineering practices	Conceptos (Conexión directa con la ciencia)
Disciplinary Core Ideas	Contenidos
Crosscutting concepts	Grado de interdisciplinariedad

Tabla 3.2.1: Tabla de conexión entre conceptos mencionados en el NGSS y el currículo español

### 3.3. Comparación de ambos sistemas educativos

La principal diferencia que nos muestran ambas redacciones es la forma en la que se estructuran. Véase figura 3.2.1 y figura 3.2.2. A continuación vamos a proporcionar similitudes y diferencias a la hora de trabajar con ambos currículos. En un primer lugar se comenta que se han trabajado con los siguientes documentos, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (3 de enero de 2015) y Next Generation Science Standards (2016).

#### Física y Química. 2º y 3º ESO

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<b>Bloque 1. La actividad científica</b>		
El método científico: sus etapas. Medida de magnitudes. Sistema Internacional de Unidades. Notación científica. Utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. El trabajo en el laboratorio. Proyecto de investigación.	1. Reconocer e identificar las características del método científico. 2. Valorar la investigación científica y su impacto en la industria y en el desarrollo de la sociedad. 3. Conocer los procedimientos científicos para determinar magnitudes. 4. Reconocer los materiales, e instrumentos básicos presentes del laboratorio de Física y en de Química; conocer y respetar las normas de seguridad y de eliminación de residuos para la protección del medioambiente. 5. Interpretar la información sobre temas científicos de carácter divulgativo que aparece en publicaciones y medios de comunicación. 6. Desarrollar pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC.	1.1. Formula hipótesis para explicar fenómenos cotidianos utilizando teorías y modelos científicos. 1.2. Registra observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa, y los comunica de forma oral y escrita utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas. 2.1. Relaciona la investigación científica con las aplicaciones tecnológicas en la vida cotidiana. 3.1. Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando, preferentemente, el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados. 4.1. Reconoce e identifica los símbolos más frecuentes utilizados en el etiquetado de productos químicos e instalaciones, interpretando su significado. 4.2. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas. 5.1. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en un texto de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad. 5.2. Identifica las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información existente en internet y otros medios digitales. 6.1. Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones. 6.2. Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.

Figura 3.2.1: Descripción visual del Bloque 1, La actividad científica en la asignatura Física y Química 2º y 3º curso de secundaria.



Students who demonstrate understanding can: <b>MS-PS4-2.</b> Develop and use a model to describe that waves are reflected, absorbed, or transmitted through various materials. [Clarification Statement: Emphasis is on both light and mechanical waves. Examples of models could include drawings, simulations, and written descriptions.] [Assessment Boundary: Assessment is limited to qualitative applications pertaining to light and mechanical waves.]		
The performance expectation above was developed using the following elements from the NRC document <i>A Framework for K-12 Science Education</i> :		
<b>Science and Engineering Practices</b> <b>Developing and Using Models</b> Modeling in 6–8 builds on K–5 and progresses to developing, using, and revising models to describe, test, and predict more abstract phenomena and design systems. <ul style="list-style-type: none"> <li>Develop and use a model to describe phenomena.</li> </ul>	<b>Disciplinary Core Ideas</b> <b>PS4.A: Wave Properties</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A sound wave needs a medium through which it is transmitted.</li> </ul> <b>PS4.B: Electromagnetic Radiation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>When light shines on an object, it is reflected, absorbed, or transmitted through the object, depending on the object's material and the frequency (color) of the light.</li> <li>The path that light travels can be traced as straight lines, except at surfaces between different transparent materials (e.g., air and water, air and glass) where the light path bends.</li> <li>A wave model of light is useful for explaining brightness, color, and the frequency-dependent bending of light at a surface between media.</li> <li>However, because light can travel through space, it cannot be a matter wave, like sound or water waves.</li> </ul>	<b>Crosscutting Concepts</b> <b>Structure and Function</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Structures can be designed to serve particular functions by taking into account properties of different materials, and how materials can be shaped and used.</li> </ul>
Connections to other DCIs in this grade-band: <b>MS.LS1.D</b>		
Articulation of DCIs across grade-bands: <b>4.PS4.B ; HS.PS4.A ; HS.PS4.B ; HS.ESS1.A ; HS.ESS2.A ; HS.ESS2.C ; HS.ESS2.D</b>		
Common Core State Standards Connections: ELA/Literacy - <b>SL.8.5</b> Integrate multimedia and visual displays into presentations to clarify information, strengthen claims and evidence, and add interest. (MS-PS4-2)		

Figura 3.2.2: Descripción visual del MS-PS4-2, código curricular perteneciente al NGSS

Vamos a comenzar por la primera impresión que tenemos de ambos currículos, en lo que respecta al aspecto visual, el NGSS a primera vista resulta más llamativo por el uso de colores para diferenciar los tres pilares en los que se basa el estándar de aprendizaje, por otro lado el currículo español es más sobrio, aunque no deja de ser preciso de igual manera. A continuación nos centraremos en la forma en la que se encuentran estructurados, si bien el currículo español tiene tres columnas, donde están contenidos, criterios de calificación y estándares de aprendizaje, en el currículo estadounidense de ciencias encontramos mucha más información, objetivo de aprendizaje, aclaración curricular, tipo de evaluación del estándar que estamos estudiando, y además, encontramos science and engineering practices, relacionadas con los conceptos, disciplinary core ideas, relacionada con los contenidos y por último el grado de interdisciplinariedad del estándar de aprendizaje, cosa que si se hecha en falta en el currículo español.

El código que plantea el currículo estadounidense de ciencias puede parecer en primeras impresiones más complicado de entender, pero a su vez cuando se logra resulta una forma mucho más interactiva, ya que es capaz de relacionarlo a la vez con un nivel académico, una rama de la ciencia y un dominio. Asimismo el uso de filtros dentro de la propia página web resulta muy útil a la hora de encontrar un estándar de aprendizaje en específico o un concepto. En cambio con el currículo español nos hemos tenido que ayudar de comandos informáticos para buscar el concepto luz dentro de un documento de más de trescientas cincuenta páginas.

Dentro del NGSS existe un apartado en el interior de cada estándar de



aprendizaje que nombra no solo las relaciones curriculares sino en dos formas distintas, con aquellos otros estándares que se encuentran dentro de la misma grade band pero con otros contenidos, y algunos otros estándares de aprendizaje que involucran distinta grade band pero con unos contenidos comunes, en niveles más o menos elevados.

#### 4. Anclaje curricular de la luz en el currículo de Estados Unidos y España

Una vez presentados ambos currículos, tanto el NGSS como el currículo realizado por el Ministerio de Educación de España donde se expone como están divididos y organizados los mismos vamos a tratar el tema que nos ocupa la, la luz. Se empieza buceando dentro del NGSS donde se enfoque como tema principal la luz en distintas expectativas de aprendizaje, con un nexo común, todas ellas centradas en los cursos del grade band de Middle School. Se procederán a comentarlas en las siguientes tablas.

##### 4.1. La luz en Next Generation Science Standards

##### 4.1.1. Desarrollo y uso de un modelo para describir ondas reflejadas y absorbidas a través de varios materiales.

Código curricular	MS-PS4-2
Objetivo de aprendizaje	Desarrollar y usar un modelo para describir como las ondas son reflejadas, absorbidas a través de varios materiales
Aclaración curricular	Hacer énfasis en sendos temas, la luz y las ondas mecánicas, también se incluyen dibujos explicativos, simulaciones y descripciones escritas.
Tipo de evaluación	Evaluación cualitativa de las aplicaciones pertenecientes de la luz y de las ondas mecánicas

Practices	Disciplinary Core Ideas	Crosscutting concepts
Desarrollo y uso de modelos	PS4 – A: Propiedades ondulatorias PS4 – B: Radiación Electromagnética	Estructuras y funciones

Tabla 4.1.1: MS-PS4-2: Desarrollo y uso de modelo de reflexión y absorción de ondas en medios materiales

En el intervalo académico a estudiar se basa en progresar con los contenidos desarrollados en los cursos anteriores, uso y repaso de modelos para describir, probar y predecir fenómenos más abstractos. Desarrollar y utilizar un modelo para describir fenómenos, estructuralmente pueden diseñarse actividades para cumplir funciones particulares teniendo en cuenta las propiedades y sus usos.

Existen relaciones curriculares entre el objetivo de aprendizaje a analizar y otros que tienen que ver con otros campos del conocimiento científico, vamos a mostrar algunos de ellos. El objetivo de aprendizaje MS – PS4 – 2, tiene amplia conexión con el MS- LS1 denominado desde las moléculas hasta los organismos: Estructuras y procesos, donde los estudiantes deberán de desarrollar argumentos por los que el cuerpo humano como organismo interactúa con los distintos subsistemas de los que está compuesto, construir una explicación científica basada como influyen los factores medioambientales en la genética, entre otros. Existen correlaciones también con otros niveles académicos entre los que entramos, 4- PS4.B, HS - PS4 Las ondas y sus aplicaciones en los aparatos para transferencia de información, HS- ESS1.A, HS- ESS2.A, el lugar de la Tierra en el Universo, HS- ESS2.C, HS- ESS2.D El sistema terrestre.

#### 4.1.2. Integración del concepto científico y la información para el apoyo de la implementación de las enseñanzas digitales y su necesidad de aprendizaje.

Este recurso está desarrollado en la tabla 4.1.2, donde se mezcla el conocimiento científico y la información técnica en recursos académicos que contengan documentos gráficos y visuals para la aclaración de conceptos. Dentro de los contenidos se debe de conocer que las señales digitales, que son enviadas con un pulso de ondas son más seguras de almacenar y de transmitir. La tecnología ayuda a la ciencia y el mundo natural a modelizar investigaciones científicas. El conocimiento de la transferencia de esa información nos ayuda a progresar en la ciencia y el desarrollo de la vida.

Es importante que los alumnos conozcan de manera cualitativa la importancia de la transferencia de información en la vida actual, por ello se hace una conexión entre el concepto físico de las ondas y las aplicaciones que puede llegar a tener dentro del campo de la ingeniería o la medicina. A continuación, estableceremos cuáles son las conexiones del objetivo de aprendizaje MS-PS4-3 ya que dentro del mismo grade band no existen otros objetivos de aprendizaje que se relacionen estrechamente con el MS-PS4-3. “Desarrollo de un modelo de ondas que describa los patrones de amplitud, longitud de onda que provocan que los objetos se muevan. Desarrollo de un modelo que describa la reflexión de la luz en el ojo y como funciona nuestro ojo. Generación y comparación de múltiples usos en los que usamos patrones para transmitir información”. Todos estos objetivos de aprendizaje se encuentran en el NGSS con el código de 4-PS4. El HS-PS4 se demarca del conocimiento cualitativo de la ciencia y se adentra en cuestiones más matemáticas incorporando conceptos como amplitud, longitud de onda, velocidad de propagación o frecuencia. Nos propone debates sobre las ventajas de la transferencia digital de información y hace una conexión con el electromagnetismo.

Código curricular	MS-PS4-3	
Objetivo de aprendizaje	Integrar el concepto científico y la información técnica para apoyar el hecho que las señales digitales son la forma más óptima de almacenar la información.	
Aclaración curricular	Entender que las ondas pueden ser usadas con propósitos comunicativos, entre los ejemplos podemos encontrar la fibra óptica por cable que mite pulsos luminosos, las ondas de radio en dispositivos wifi entre otros.	
Tipo de evaluación	La forma evaluativa de esta parte del curso no incluirá los mecanismos específicos de ninguno de los dispositivos previamente nombrados.	
Science and engineering practices	Disciplinary Core Ideas	Crosscutting concepts
Obtención, evaluación y comunicación de la información	PS4 – C: Tecnología de la información e instrumentación	Conexiones con la ingeniería, tecnología y aplicaciones de la ciencia
Mezcla del conocimiento científico y la información técnica en recursos académicos que contengan documentos gráficos y visuales para aclarar	Señales digitales, enviadas con un pulso de ondas son más seguras de almacenar y de transmitir.	La ciencia, tecnología y el mundo natural, la tecnología ayuda a modelizar investigaciones científicas. El conocimiento de la transferencia de

Tabla 4.1.2: MS-PS4-3: Integrar el concepto científico y la información que la forma más óptima de almacenar información son las señales digitales

Dentro de la tabla 4.1.3. se muestra con claridad la construcción de explicaciones científicas basadas en pruebas válidas obtenidas de fuentes seguras, donde por supuesto se encuentren los experimentos de los propios estudiantes. Tanto factores genéticos como las condiciones locales afectan al crecimiento de una planta. Los fenómenos tienen generalmente más de una causa y algunas causas efectos que se encuentran relacionadas dependiendo de innumerables variables que solamente se puede describir usando la probabilidad.

Código curricular	MS-LS1-5 :”De moléculas a organismos,estructuras y procesos”	
Objetivo de aprendizaje	Construcción de una explicación basada en evidencias científicas de cómo afectan las influencias medioambientales al crecimiento de los organismos.	
Aclaración curricular	Dependiendo del abastecimiento de necesidades básicas en los seres vivos desarrollan una serie de cualidades, entre ellas encontramos la obtención de agua, de comida o la exposición de horas a la luz solar.	
Tipo de evaluación	Se evaluarán conocimientos cualitativos de estos conceptos, sin darle relevancia a los mecanismos genéticos, la regulación genética o los procesos biomecánicos.	
practices	Disciplinary Core Ideas	Crosscutting concepts
Construcción de explicaciones y diseño de soluciones	LS1-B: Crecimiento y desarrollo de los organismos	Causas y efectos

Tabla 4.1.3: MS-LS1-5: De moléculas a organismos,estructuras y procesos

que nos ocupa, la luz, tiene que ver fundamentalmente con la relación que existe entre el desarrollo de algunos seres vivos para los cuáles es relevante la luz solar, ejemplo los pertenecientes al reino vegetal con su proceso de fotosíntesis. A continuación, desarrollaremos la relación que tiene MS-LS1-5 con otros objetivos de aprendizaje. MS-LS2 referente a los ecosistemas: Interacciones, energía y dinámica, objetivo de aprendizaje dentro del (Middle School), donde tratamos de analizar e interpretar datos

sobre los efectos de la disponibilidad de organismos en las poblaciones y su relación con el ecosistema, construir patrones predictivos entre los organismos entre los múltiples ecosistemas, como los efectos medioambientales pueden cambiar un ecosistema y afectar a las poblaciones de organismos. El 3-LS1 trata del “estudio de las moléculas a los organismos; así como las estructuras y los procesos”, cuyo objetivo de aprendizaje es desarrollar modelos que describan la diversidad en la vida de los organismos, pero tienen un punto en común entre ellos, crecimiento, reproducción y muerte. El objetivo curricular con código 3-LS3 “Herencia y variación de rasgos”, análisis e interpretación de datos que provean de evidencias que las plantas y animales tienen rasgos hereditarios y la variación de esos rasgos que provocan diferencias en los organismos, además se apoyan en la explicación de la variación de esos rasgos que pueden estar influenciados por la alteración del entorno. Como ocurre comúnmente cuando alcanzamos niveles de HS-LS2 “Ecosistemas: Interacciones, energía y dinámica” se comienza a usar modelos matemáticos y computacionales para predecir y explicar resultados. Además, construimos unos argumentos para el ciclo de la materia y de la energía en condiciones aeróbicas y anaeróbicas, desarrollo de modelos que ilustren el proceso de la fotosíntesis y la respiración celular.

#### 4.1.4. De moléculas a organismos, estructuras y procesos

En la tabla 4.1.4 se muestra el desarrollo del estándar de aprendizaje donde la construcción de explicaciones científicas basadas en pruebas válidas obtenidas de fuentes seguras, donde por supuesto se encuentren los experimentos de los propios estudiantes. Los organismos pertenecientes al reino vegetal (incluido el fitoplancton) utilizan la energía de la luz para convertirla en alimento, el dióxido de carbono, el agua de la atmósfera para liberar oxígeno. En el interior de un organismo la transferencia de energía conduce el movimiento y el ciclo de la materia.

MS- PS1 “la materia y a sus interacciones”, es el código de aprendizaje dentro de su banda académica donde entre otras cosas tratamos de desarrollar modelos que describan la composición atómica de moléculas simples y estructuras más extensas, analizar las características de las sustancias antes y después que interactúen entre sí con el fin de determinar qué reacción química está ocurriendo. Nuestro objetivo curricular tiene también amplias similitudes con el objetivo curricular con código MS-ESS2.

5-PS3: “Energía”, de sobra es conocida la luz como un mecanismo de transferencia de energía, por tanto, en el objetivo curricular 5-PS3-1 “Uso de modelos para describir la energía en los seres vivos y su forma de producción, alimento (para mantener el cuerpo con una buena temperatura, crecer y moverse) además de la que les proporciona el Sol. 5-LS1 “Apoyar un argumento de cómo las plantas generan materiales que son utilizados para el crecimiento principalmente desde el agua y el aire”. Encontramos una relación con 5-LS2, este objetivo curricular se centra en el desarrollo de modelos que describan el movimiento de la materia en las plantas, animales y descomponedores del ambiente natural.

Yéndonos a una banda curricular mayor HS-PS1 “Materia y sus interacciones” donde los alumnos tendrán que demostrar que saben utilizar la tabla periódica y

predecir las propiedades que tienen los elementos basados en el patrón de los electrones y en el nivel de energía en el que se encuentran, conocer el modelo que ilustra como la liberación o absorción de energía en una reacción química. Uso de modelos matemáticos que expliquen los cambios de el hecho de que la cantidad de electrones en una reacción química no varían y utilizar hechos y principios científicos que expliquen cómo se producen los efectos de cambio de temperatura y de concentración de las partículas de los reactivos cuando se produce una reacción química.

Código curricular		MS-LS1-6 :”De moléculas a organismos, estructuras y procesos”	
Objetivo de aprendizaje		Construcción de una explicación científica basada en los procesos de fotosíntesis y del ciclo de la materia y la energía en el interior de un organismo.	
Aclaración curricular		Se centrará en la explicación del ciclo de la materia y de la energía en el interior de un organismo.	
Tipo de evaluación		La evaluación de este objetivo de aprendizaje no incluirá los mecanismos bioquímicos de la fotosíntesis	
Science and engineering practices	Disciplinary Core Ideas		Crosscutting concepts
Construcción de explicaciones y diseño de soluciones	LS1-C: Explicación de cómo la materia y la energía fluye en un organismo. PS3-D: Cómo influye la energía en los procesos químicos diarios en un organismo		Energía y Materia

Tabla 4.1.4: MS-LS1-6: Explicación de procesos de fotosíntesis y del ciclo de la material en el interior de un organismo

currículo en el que se basa en aprendizaje científico de los Estados Unidos de América nos centraremos en las asignaturas de matemáticas, física y química, biología entre

otras, dentro del currículo del Ministerio de Educación de España y en él buscaremos nuestro tema a tratar, la luz.

Física y Química	
Curso Académico	Segundo/ Tercero (ESO)
Bloque	Bloque 4 : “El movimiento y las fuerzas”
Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Identificar los diferentes niveles de agrupación entre cuerpos celestes, desde los cúmulos de galaxias a los sistemas planetarios, y analizar el orden de magnitud de las distancias implicadas.	Relaciona cuantitativamente la velocidad de la luz con el tiempo que tarda en llegar a la Tierra desde objetos lejanos y con la distancia a la que encuentran dichos objetos, interpretando los valores obtenidos.

Tabla 4.2.1: Física y Química, primer ciclo de la ESO

Física y Química	
Curso Académico	Segundo/ Tercero (ESO)
Bloque	Bloque 5 : “Energía”
Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Comprobar los efectos de la electricidad y las relaciones entre las magnitudes eléctricas mediante el diseño y construcción de circuitos eléctricos y electrónicos sencillos, en el laboratorio o mediante aplicaciones virtuales interactivas.	Describe el fundamento de una máquina eléctrica, en la que la electricidad se transforma en movimiento, luz, sonido, calor mediante ejemplos de la vida cotidiana, identificando sus elementos principales.

Tabla 4.2.2: Física y Química, primer ciclo de la ESO

Según el currículo de Secundaria desarrollado Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (3 de enero de 2015), la asignatura de Física y Química juega un papel fundamental en el desarrollo intelectual de los alumnos y en su pensamiento científico. Se imparte en los dos ciclos de la ESO y en el primer curso de Bachillerato, en el primer ciclo de la ESO se deben afianzar los conocimientos sobre las ciencias de la naturaleza que se han aprendido en el ciclo de la Educación Primaria. El enfoque previo que se ha hecho de la asignatura ha sido cuantitativo y en estos cursos se empieza a desarrollar modelos matemáticos que sustenten los procesos fenomenológicos. En la ESO, la materia y sus procesos de aprendizaje se hacen de manera progresiva abordándolos de manera secuencias de lo macroscópico a lo microscópico, esto permite introducir el concepto de materia a partir de la experimentación directa, situaciones cotidianas mientras se busca un enfoque descriptivo para el estudio microscópico.

Educación Plástica, Visual y Audiovisual	
Curso Académico	Primer ciclo (ESO)
Bloque	Bloque 1 :" <i>Expresión plástica</i> "
Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Identificar y diferenciar las propiedades del color, luz y pigmento.	Realiza modificaciones del color y de sus propiedades empleando técnicas del color pigmento y del color luz, aplicando las TIC, para expresar sensaciones en composiciones sencillas.

Tabla 4.2.1: Educación plástica, primer ciclo de la ESO.

En este estándar se hace una relación entre la luz y la educación plástica, visual y audiovisual, teniendo menos relación con la ciencia propiamente dicha, aportándonos conocimientos sobre las Técnicas de la Información la Comunicación aplicadas a la imagen. Se trata también de una asignatura que se desarrolla en un ciclo que comprende de primero a tercero de la E.S.O.

Ambos currículos tratan la luz de una manera diferente, es cierto que el currículo estadounidense, NGSS, es un currículo únicamente científico, mientras que el español



es un currículo donde se encuentran tanto asignaturas de secundaria como de bachillerato sin necesidad que sean de ciencias. Eso agrega por tanto al estadounidense un carácter más científico, en el que solo encontramos el término luz dentro de asignaturas propiamente de ciencias, en cambio para el currículo español no es así el término luz queda enmarcado también dentro del estudio del color en la asignatura de plástica en el primer ciclo de la ESO, dentro del bloque 1 de la misma.

Tal y como mencionamos anteriormente a la hora de buscar un concepto en el NGSS resulta mucho más interactivo para el docente y también le ayuda a conocer los estándares de aprendizaje que el alumno tiene que traer aprendidos de cursos previos, o los que tiene que aprender en cursos posteriores, esta función, la relación de los DCI (Disciplinary Core Ideas) con otras grades bands puede resultar realmente útil al profesor para desarrollar su trabajo con precisión. Resulta realmente curioso como el concepto luz en el currículo español no está presente durante la educación secundaria en la asignatura de biología y geología, al contrario ocurre en el estadounidense, donde la mitad de los estándares en el marco del Middle School, relacionados con la luz tienen el código LS (Life Science).

#### 4.3. Recursos académicos en el que se desarrolle el concepto luz

Empezaremos definiendo que es un recurso académico, tal y como comentaron en su artículo Pérez, Julián y Gardey, Ana (2014, actualizado 2021), definición de recurso didáctico. Un recurso didáctico son aquellos materiales o herramientas que tienen utilidad en un proceso educativo. Haciendo uso de un recurso didáctico, un educador puede enseñar un determinado tema a sus alumnos. Esto quiere decir que los recursos didácticos ayudan al docente a cumplir su función educativa. A nivel general puede decirse que estos recursos aportan información, sirven para poner en práctica lo aprendido y, en ocasiones, hasta se constituyen como guías para los alumnos.

A continuación se explicará de donde vamos a extraer esos recursos académicos asociados a cada sistema, comenzaremos por el sistema educativo americano. Empezaremos la NASA wavelength (National Administration of Space and Aeronautics), NASA Science, Learn the science (última actualización, a día 03 de Julio de 2022). "NASA Wavelength es una colección de recursos que incorporan contenido de la NASA y han sido objeto de revisión. Se puede buscar usando palabras claves y/o los menús desplegables para identificar recursos para utilizar con sus alumnos". En el reservorio de la NASA hay 203 recursos académicos donde la luz se encuentra presente, pero de todos ellos vamos a realizar tres clasificaciones. En estas tres clasificaciones haremos intervenir tres parámetros diferentes:

- El tema de la ciencia sobre el que trata el recurso, el NGSS explicado previamente tenía cuatro tipos de ramas de ciencia. Earth and Space Science, Engineering and Technology, Physical Science y Life Science.
- El curso hacia el que esté orientado el recurso, desde k-3 a k-5, Middle

School y High School.

- La última clasificación radica en el tipo de recurso que sea, diferenciaremos en artículo o texto informativo, recurso experimental o de laboratorio, juegos y simulación o modelo.

En la tabla 4.3.1 se esclarecerá el número de recursos que guardan relación entre la rama de la ciencia y el nivel académico. Todos estos datos han sido extraídos de la página web NASA Science, Learn Science, nombrada previamente. En la tabla 4.3.2 de procederá a hacer la relación entre el tipo de recurso y la rama de la ciencia que se estudia. Por ultimo en la tabla 4.3.3 se relacionará el número de recursos que guardan relación entre el tipo de recurso y el nivel académico al que van orientados.

	Earth and Space Science	Engineering and Technology	Physical Science	Life Science
Grades k-3/ k-5	72	25	35	2
Middle School	187	75	148	6
High School	32	13	25	8

Tabla 4.3.1: Relación entre el grade band del recurso y la rama de la ciencia estudiada

	Earth and Space Science	Engineering and Technology	Physical Science	Life Science
Artículo/ Texto Informativo	83	23	38	4
Recurso experimental o de laboratorio	37	7	26	1

Juegos	4	4	5	0
Simulación/ Modelo	32	5	13	1

Tabla 4.3.2: Relación entre tipo de recurso y la rama de la ciencia estudiada

	Artículo/ Texto Informativo	Recurso experimental o de laboratorio	Juegos	Simulación/ Modelo
Grades k-3/ k-5	12	12	1	3
Middle School	45	38	1	14
High School	37	24	0	2

Tabla 4.3.3: Relación entre tipo de recurso y el nivel al que está orientado

A continuación explicaremos el otro reservorio dentro del sistema educativo estadounidense que vamos a desarrollar, NSTA (National Science Teaching Association), fundada en 1944 con sede en Arlington, Virginia “Es la asociación de profesores de ciencias de los Estados Unidos y a su vez la más grande del mundo. Consta aproximadamente de cuarenta mil personas involucradas con la educación científica”. Esta página presenta un reservorio de recursos académicos que vamos a analizar. Para comenzar NSTA, (National Science Teaching Association), en su página web consta de dos filtros, el correspondiente al nivel educativo, elementary, middle o high school y el tipo de recurso entre los que encontramos (ejemplos, libro interactivo, artículo de revista y seminario Web). La tabla 4.3.4 mostrará las relaciones entre ambos filtros de recursos académicos.

	Ejemplos	Libro interactivo	Artículo de revista	Seminario Web

Elementary School	0	7	179	0
Middle School	0	5	72	0
High School	0	5	98	0

Tabla 4.3.4: Relación entre tipo de recurso y el nivel al que está orientado en el reservorio NSTA

En cuanto a la comparación entre los dos reservorios utilizados dentro del currículo estadounidense encontramos dos maneras de clasificar el concepto de tipos de actividades si bien para la NASA Wavelength el tipo de actividad es (Article/ Informative text, Experimental lab, Games y Model/ Simulation), para el reservorio de NSTA encontramos (Ejemplos, Libros interactivos, Artículo de revista y Seminario Web). Además, la página web de la NASA es una página más técnica centrada en el NGSS, el NSTA no es así trata temas más didácticos orientados a la pedagogía y a la didáctica. Resulta curioso observar que para el reservorio de la NASA, la rama de las ciencias biológicas es el que menos recursos presenta mientras que las ciencias físicas y el estudio de la Tierra y el Espacio son aquellas dos ramas que más recursos académicos tienen. Por otro lado me parece relevante descubrir que para el reservorio del NSTA no existe ningún recurso académico calificado ni como ejemplo ni como seminario Web, en el concepto de luz, mientras que los artículos de revista son los más elevados en número de recursos.

A continuación haremos lo mismo con los reservorios del sistema educativo español centrado como no podía ser de otra manera en el currículo de España, trabajaremos con CSIC en la escuela. CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Gobierno de España, Ministerio de Ciencia e Innovación “es un proyecto de ámbito estatal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas” que establece una colaboración entre investigadores y maestros, cuyo objetivo es introducir la enseñanza de la ciencia desde las primeras etapas de la educación”. La página web donde se encuentran los recursos académicos del CSIC conforme al currículo de ciencias del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte permite la búsqueda por diferentes temas, entre los encontramos flotación, teoría molecular entre otros, pero para realizar nuestro análisis nos vamos a quedar con el tema de la óptica el más cercano a nuestro tema central del proyecto, la luz. En dicho reservorio hay presentes setenta y cuatro recursos distintos, repartidos en los diferentes niveles académicos de nuestro sistema educativo. En la tabla 4.3.5 se indicará la relación entre la luz con los diferentes niveles académicos.

	Número de recursos académicos centrados en la luz
Educación infantil/ Primaria	84,61 %
Educación Secundaria Obligatoria	12,8 %
Bachillerato	2,5 %

Tabla 4.3.5: Relación porcentual entre recursos académicos donde la luz es protagonista, con respecto al nivel académico de los mismos

Resulta curioso observar que una amplia mayoría de recursos académicos donde la luz es protagonista, dentro del reservorio de recursos académico del CSIC en la escuela forma parte del nivel académico de Educación infantil y Primaria, al contrario que ocurría en los reservorios de recursos analizados previamente en relación con el sistema educativo estadounidense. Existen muy pocos recursos en aquellos niveles educativos, donde los alumnos ya pueden disponer de conceptos para realizar actividades, bien sea en el aula, con dispositivos informáticos o en el laboratorio donde el tema central de dicha actividad sea la óptica.

Para continuar con la misma estructura de análisis que hicimos para los recursos académicos del sistema de educación de Estados Unidos de América, en el que analizamos dos reservorios diferentes, vamos a proceder a describir otro reservorio que guarda relación con el sistema educativo español. INTEF (Instituto Nacional de Tecnología Educativa y Formación del Profesorado) “Se trata de un organismo responsable de la integración de las TIC<sup>1</sup> en las etapas educativas no universitarias”. INTEF presenta una página web que facilita la búsqueda de recursos por niveles académicos, asignaturas y tipo de recurso. Procomún, red de recursos educativos en abierto, nos aporta una gran cantidad de recursos correspondientes a la luz que vamos a clasificar de acuerdo a los mismos parámetros nombrados anteriormente. Nos centraremos en dos tipos de contenidos, Recursos académicos y artículos en lo que respecta al tipo de contenido.

El área de conocimiento será el concepto de la luz y el contexto educativo se refiere al nivel académico. En una primera tabla 4.3.6 se describirá la relación que existe entre la luz con los distintos niveles educativos con tipología de recurso académico, mientras que el tabla 4.3.7 se procederá a realizar el mismo estudio pero con respecto a los artículos que existan dentro del reservorio de INTEF.

<sup>1</sup> TIC: Belloch Orti, Consuelo, Unidad de Tecnología Educativa, Universidad de Valencia, afirma que “las TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones) se desarrollan a partir de los avances científicos producidos en el ámbito de la informática y las telecomunicaciones, son el conjunto de tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de información presentada por diferentes códigos(texto, imagen, sonido entre otras)”

	Número de recursos académicos, centrado en la luz, por nivel de estudio en el sistema educativo español
Educación infantil	0
Educación Primaria	17
Educación Secundaria	52
Bachillerato	62

Tabla 4.3.6: Relación entre el número de recursos académicos, centrado en la luz, por nivel de estudio en el sistema educativo español.

	Número de artículos académicos, centrado en la luz, por nivel de estudio en el sistema educativo español
Educación infantil	11
Educación Primaria	11
Educación Secundaria	49
Bachillerato	25

Tabla 4.3.7: Relación entre el número de artículos académicos, centrado en la luz, por nivel de estudio en el sistema educativo español.

En el inicio del 4.3 se definió lo que es un recurso académico, actualmente hemos introducido el significado de artículo académico, Género Académico: Artículo académico, Departamento de Lenguas, (Universidad Jesuita de Guadalajara), centro de recursos para la comunicación académica, afirma que “El artículo se produce cuando un investigador es invitado a compartir el resultado de su proyecto en una revista especializada.”

Haciendo la comparativa de ambos reservorios que siguen el currículo de educación español observamos unas diferencias claras, si bien en el buscador del CSIC, no era posible que contara el número de recursos totales, ni siquiera el de cada uno de los niveles académicos, en el reservorio INTEF era todo más intuitivo, parece estar más actualizado y con una base de datos que permitía diferenciar no solo en niveles académicos sino en la tipología de los recursos. Haciendo una comparación en ambos

sistemas académicos ,por tanto, en un lado situamos los reservorios de recursos de la NASA y NSTA, por el otro lado hacemos lo mismo con el CSIC e INTEF, lo primero que se nos viene a la cabeza será comparar el número de recursos que hay en cada uno de ellos. Sólo en la NASA existen más recursos académicos que todos los recursos que pertenecen al sistema educativo español. Además están más detallados en cuánto a la rama de la ciencia a la que pertenece utilizando el código que se describió en el punto tres del presente proyecto. Para hacer más visual lo que se comenta, se escogieron al azar dos recursos educativos, uno de cada sistema:

#### 4.3.1. Uso de la luz para estudiar planetas

Del reservorio de la NASA previamente utilizada “Classroom Activity:Studying Rocks on Mars Using Light” se obtiene la siguiente actividad donde existe la posibilidad de combinar tecnología de detección remota y espectroscopia, gracias a ello los científicos pueden hacer descubrimientos sobre características geográficas y naturales de la propia Tierra o de otros planetas que por supuesto no son visibles a simple vista. Por tanto, el objetivo principal del recurso será conocer el espectro electromagnético utilizando materiales básicos [IO1], Uso de modelos para conocer naturaleza de materiales [LO1a], Uso de la teledetección para realizar medidas que no tenemos a nuestro alcance [LO1b], Aplicar esas técnicas para la vida vegetal en la Tierra [LO1c], Diferenciar entre el espectro electromagnético completo y el espectro visible [LO1d], Discusión sobre los colores emitidos y observados en Marte [LO1e].

Uso de la luz para estudiar planetas	
Asignatura	Física y Tecnología
Nivel de estudios	3º, 4º ESO
Tiempo requerido	120 – 150 minutos
Tipología	Presencial
Idea fundamental de la actividad	Conocer el espectro electromagnético a partir de materiales básicos
Lugar de desarrollo	Actividad en el laboratorio

Tabla 4.3.8: Recurso académico, uso de la luz para estudiar planetas.

Referencias: IO (Instructional Objectives) / LO (Learning outcomes)

IO: Objetivos que un alumno debe superar

LO: Nuevos aprendizajes que debe adquirir

#### 4.3.2. Prisma óptico

El recurso académico perteneciente a la página INTEF, procomún, red de recursos educativos en abierto, el prisma óptico se basa en una pequeña actividad interactiva donde al hacer incidir una luz blanca sobre un prisma óptico, se descompone en luces de diferentes colores. El motivo es que la luz está formada por múltiples ondas

que al atravesar las paredes del prisma se refractan siguiendo las leyes de reflexión y refracción en todas las longitudes de onda. Así mismo cuando entras en el recurso educativo se muestra una pantalla con un rayo blanco donde al modificar el rayo de incidencia del rayo de luz cambia también el ángulo de refracción.

Estudio de un prisma óptico	
Asignatura	Física y Química
Nivel de estudios	4º ESO
Tiempo requerido	30 minutos
Tipología	Presencial/online
Idea fundamental de la actividad	Explicar y observar la doble refracción en un prisma óptico
Lugar de desarrollo	Actividad informática

Tabla 4.3.9: Recurso académico, estudio de un prisma óptico.

## 5. Análisis de resultados

En lo que respecta al análisis de resultados vamos a comenzar por el informe PISA nombrado en el punto 1, los datos mostrados en la tabla 1, son seleccionados del informe PISA del Ministerio de Educación, la proporción se ha tomado sobre un total de 110 alumnos. Lo primero que vamos a valorar son los datos referidos al porcentaje de alumnos que obtuvieron resultados inferiores al nivel 2, pues no se observa una diferencia destacable entre ellos, en España el 28,18% se quedaron por debajo del nivel 2 en cambio en EE. UU el 25,45% de los alumnos lo hicieron. En cambio, encontramos una diferencia más apreciable en el porcentaje de alumnos que igualaron o superaron el nivel 4 mientras que en el territorio nacional nos quedamos en un 19% en EE. UU se supera el 27%, esto es, hay más alumnos con alta destreza en ciencias que con un bajo rendimiento. En España es al contrario hay más alumnos con un muy bajo rendimiento que con grandes habilidades científicas, nos encontramos ante una diferencia del 9%. La explicación a este fenómeno puede recaer en el funcionamiento del sistema educativo en cuanto a las ciencias, en EEUU los docentes siguen una estrategia clara con capacidad para relacionar materias y contenidos, explicación detallada de los conceptos científicos y su utilidad en la vida real, esto puede provocar que aquellos alumnos más destacados se interesen más en el conocimiento tecnológico y científico.

A continuación analizamos los resultados obtenidos en la comparación de los sistemas educativos, por un lado el NGSS y por otro lado el currículo español realizado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, tal y como se comentó previamente, el currículo estadounidense resulta más cómodo y menos tedioso trabajar con él, en cambio el currículo español fue desarrollado en un documento único, en el que resulta más complicado buscar un concepto, junto con un curso. Se puede decir que el currículo americano es más fácil de interpretar para el docente y probablemente también más fácil de comunicar a sus alumnos. Dicho esto el currículo español no es complicado y



estamos en un país donde existen grandes docentes que aplican correctamente el documento y aportan al país alumnos con excelentes curriculum.

La página de la NASA presenta doscientos diez recursos académicos que tratan sobre la luz, de todos ellos ciento setenta tienen relación con nuestro estudio, en el que abarcamos la etapa académica de segundo ciclo de la ESO. Es una amplia mayoría de los mismos, eso nos expresa que el tema de la luz guarda una amplia relación con la etapa, Middle School. Continuando con NSTA (National Science Teaching Association), presenta cuatro mil cuatrocientos recursos académicos donde la luz está presente, de ellos doscientos sesenta y tres guardan relación directa con nuestra grade band. Las conclusiones que podemos sacar de esta diferencia con la página de la NASA recae en el carácter de cada uno de los recursos, uno más orientados a la didáctica para todas las etapas académicas y el otro con una especialización técnica dirigido a alumnos más cercanos a la etapa universitaria. Para este desarrollo hemos escogido recursos de la NASA con amplia referencia a la luz en la astrofísica como es normal, además tratándose de una nación clave en la carrera espacial.

En lo que respecta a los recursos en conexión con el currículo español, el CSIC en la escuela presenta setenta y cinco recursos académicos donde la luz es la protagonista mientras que de ellos solo dos tienen relación con la grade band de estudio, en cambio en el INTEF (Instituto Nacional de Técnicas Educativas y Formación para el profesorado) presenta veinte y un recursos para cuarto curso de la Educación Secundaria mientras que veinte y tres para el tercer curso, la mayoría de estos recursos pueden aplicarse en ambos cursos académicos.

## 6. Conclusiones

En la elaboración de este trabajo me he estimulado en conocer un sistema educativo con una orientación diferente en cuanto a las ciencias del que estamos acostumbrados, con sus diferencias y similitudes evidentes. Se tiene que tener consciencia que los países nunca desearían desarrollar un currículo poco preciso y con errores ya que la educación de las nuevas generaciones es fundamental en el progreso de una nación y de la repercusión futura que pueda tener en un campo tan vital como son las ciencias o la tecnología. Cabe destacar la importancia que se le da en Estados Unidos a las ciencias que han sido capaces de crear un currículo únicamente de dicho campo y aportarle al docente, el cual tiene una amplia formación tanto en estrategias académicas como por supuesto en la materia que está impartiendo, un currículo ampliamente científico, con esto me refiero a un trabajo de investigación exhaustiva en el que se enlazan cursos académicos dentro de un mismo objetivo de aprendizaje o incluso conceptos de otras materias con el propio objetivo de aprendizaje, lo que conocemos como grado de interdisciplinariedad de un concepto.

En el apartado anterior se analizan los resultados del Informe Pisa, dichos resultados no tienen por qué provocar alarma en nuestro país. Somos conscientes que tenemos grandísimos científicos formando parte de proyectos de investigación gigantescos a nivel mundial y eso también tiene que formar parte de orgullo para todos

aquellos diseñadores del currículo, docentes y todo personal académico presente, porque probablemente sin la capacidad de motivación aportada no fuera eso posible. Simplemente una oportunidad para cambiar, a un modelo diseñado por profesionales académicos de las ciencias encontrando un punto de acuerdo entre todas las comunidades autónomas y por un largo periodo de tiempo. Evidentemente existen muchas variables que hay que analizar dentro del fracaso académico de un estudiante juvenil, familiares, sanitarias, del entorno y como estas podemos enumerar bastantes, pero lo que si tiene que quedar claro es que la labor de un docente no tiene que ser otra que el alumno entre con ganas y motivado al aula. Sinceramente no se me ocurre otra asignatura que permita la sorpresa de un alumno como las ciencias, en ella podemos aportar datos muy curiosos que sean capaces de relacionar con su día a día, experiencias impactantes en un laboratorio mínimamente acondicionado entre otras. Es necesaria un acondicionamiento de la mentalidad del docente, así como de las herramientas que se le ofrecen haciendo un juicio sobre las realidades teniendo como objetivo principal la búsqueda de la excelencia educativa.

#### Bibliografía

- Pérez Porto, Julián y Gardey, Ana (2014). Actualizado(2021). Definición de recursos didácticos. Recuperado de: <https://definicion.de/recursos-didacticos/>
- "Antecedentes de un proyecto". En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/antecedentes-de-un-proyecto/>
- .-¿Qué es el INTEF?. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Recuperado de: <http://educalab.es/intef/introduccion>
- Belloch Orti, Consuelo . Las tecnologías de la información y comunicaciones (T.I.C).Unidad de tecnología educativa. Universidad de Valencia. Recuperado de: <https://www.uv.es/~bellochc/pdf/pwtic1.pdf>
- Botero Espinosa, J. (2018). Educación STEM. Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. Colombia: STEM Education.
- Caballero, A., Manso, J., Matarranz, Ma. y Valle, J. M. (2016). Investigación en educación comparada. Pistas para investigadores noveles. Revista Latinoamericana de Educación Comparada, 9 (7), 39-56. Recuperado de <http://www.saece.com.ar/relec/revistas/9/art3.pdf>
- Classroom Activity: StudyingRocks on Mars Using Ligth. NASA.Recuperado de: <https://www.nasa.gov/stem-ed-resources/classroom-activity-studying-rocks-on-mars-using-light.html>
- Couso, D. (2020, septiembre 5). Posicionamiento STEM o cómo me veo en el mundo científico-tecnológico (Vídeo). Recuperado de <https://youtu.be/Qr4a5VG0NkE>
- Datos y cifras. Curso escolar 2021/2022. Ministerio de Educación y Formación Profesional. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:b9311a59-9e97-45e6-b912-7efe9f3b1f16/datos-y-cifras-2021-2022-espanol.pdf>
- Datos y cifras: Curso escolar 2019/2020. (2019). Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- de Grijs. Ricard (2011) An Introduction to Distance Measurement un Astronomy. Wilmer: UK.
- Departamento de Educación de Minnesota. (2005). Minnesotá's early learning standards.

[http://education.state.mn.us/mdeprod/idcplg?IdcService=GET\\_FILE&dDocName=005130&RevisionSelectionMethod=latestReleased&Rendition=primary](http://education.state.mn.us/mdeprod/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=005130&RevisionSelectionMethod=latestReleased&Rendition=primary). (Consulta 20 de abril de 2013)

-Departamento de Educación de Minnesota. (2012 a). Early learning resources. <http://education.state.mn.us/MDE/EdExc/EarlyChildRes/>. (Consulta: 20 de abril de 2013)

Departamento de Educación de Minnesota. (2012 b). Evaluación Compendium [http://education.state.mn.us/mdeprod/idcplg?IdcService=GET\\_FILE&dDocName=003917&RevisionSelectionMethod=latestReleased&Rendition=primary](http://education.state.mn.us/mdeprod/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=003917&RevisionSelectionMethod=latestReleased&Rendition=primary)

Department for Education, September 2013, the national curriculum in England: Key stages 1 and 2 framework document.

-Department of Education.

De:<https://education.mn.gov/MDE/dse/early/highqualel/ind/>

Escamilla, A. y Lagares, A. R. (2006). La LOE: perspectiva pedagógica e histórica: glosario de términos esenciales. Barcelona: Graó.

-España-Tasa de alfabetización (2018). UNESCO. Recuperado de :

<https://datosmacro.expansion.com/demografia/tasa-alfabetizacion/espana#:~:text=Seg%C3%BAAn%20los%20%C3%BAltimos%20datos%20publicados,es%20del%2097%2C97%25>.

-Estándares de aprendizaje (2022). cned. Recuperado de:

<https://www.cned.cl/estandares-de-aprendizaje#:~:text=Los%20Est%C3%A1ndares%20de%20Aprendizaje%20son,definidos%20en%20las%20Bases%20Curriculares>

European. Recuperado de

Eurydice (2009-2010). The Education System in England, Wales, Northern Ireland Eurydice (2011).

Eurydice (2019). Development of the United Kingdom. Recuperado de [https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/historical-development-93\\_en](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/historical-development-93_en)

Eurydice (2019). United Kingdom–England: Political and Economic Situation.

Recuperado de [https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/political-and-economic-situation-93\\_en](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/political-and-economic-situation-93_en)

Eurydice (2020). Financiación de la educación. Recuperado de [https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/funding-education-79\\_es](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/funding-education-79_es)

Eurydice (2020). Población: Situación demográfica, Lenguas y Religiones. Recuperado de [https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/population-demographic-situation-languages-and-religions-79\\_es](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/population-demographic-situation-languages-and-religions-79_es)

-Extracto del currículo de Reino Unido Department for Education (2015). The national curriculum primary programmes of study and attainment targets for key stages 1 and 2 (pp. 4, 6-8, 99-143, 164-175 y 178-182). Recuperado de <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-primary-curriculum#history>

-Fernández García, C. Ma. (2006). Educación Comparada y Espacio Europeo de Educación Superior: Una Nueva perspectiva vinculada a las competencias. Revista

- complutense de educación, 17(2), 169-186. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2216841>
- Frederick D. Patterson Research Institute. (2011). Early Childhood Education in Rural Communities: Access and Quality Issues. [http://www.ruraledu.org/user\\_uploads/file/EarlyChildhood.pdf](http://www.ruraledu.org/user_uploads/file/EarlyChildhood.pdf)
- Freeman, B. (2014, octubre). Keynote: The Age of STEM: Science, technology, engineering and mathematics policy and practice globally. Symposium on STEM Education in Asia and the US, Beijing (China).
- García Garrido, J.L. (Coord). (2000). La sociedad educadora. Revista Española de educación comparada, 6, págs.439-444. Madrid fundación independiente.
- Gillard, D. (2018). Education in England: a history. Recuperado de [www.educationengland.org.uk/history](http://www.educationengland.org.uk/history)
- Gobierno de España. (2018). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (pp. 3-4, 7, 17-21 y 32-39). Recuperado de: [https://transparencia.gob.es/servicios-buscador/contenido/realdecreto.htm?id=NORMAT\\_E049214019783&lang=es&fcAct=2018-01-16T08:56:21.494Z](https://transparencia.gob.es/servicios-buscador/contenido/realdecreto.htm?id=NORMAT_E049214019783&lang=es&fcAct=2018-01-16T08:56:21.494Z)
- Gobierno de España-La Moncloa (s.f.). País, Historia y Cultura. Recuperado de <https://www.lamoncloa.gob.es/espana/paishistoriaycultura/geografia/Paginas/index.aspx>
- González García, Laura. Análisis Comparado de la Educación STEM en los currículos de Reino Unido y España (2020). Doble Grado de Educación Primaria e infantil. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Universidad Pontificia Comillas
- How to read the Next Generation Science Standards.Achieve.[Vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Q6eoRnrwL-A>
- [https://www.exeter.ac.uk/media/universityofexeter/collegeofsocialsciencesandinternationalstudies/education/pgce/pre-coursedocuments/pre-coursedocuments2017-18/Secondary\\_MFL\\_-\\_Eurydice\\_explanation\\_of\\_the\\_English\\_education\\_system.pdf](https://www.exeter.ac.uk/media/universityofexeter/collegeofsocialsciencesandinternationalstudies/education/pgce/pre-coursedocuments/pre-coursedocuments2017-18/Secondary_MFL_-_Eurydice_explanation_of_the_English_education_system.pdf)
- Imbernon Muñoz. (2001). El legado pedagógico del S.XX para la escuela del S.XXI (1aed.). Barcelona. Graó
- Jacqueline Gautherin. (1993). Perspectivas. Revista trimestral de educación comparativa, vol. XXIII, nos. 3-4, págs. 805-821 <http://www.ibe.unesco.org/publications/ThinkersPdf/julliens.pdf>
- Jaldo Ruiz, Pilar. Estudio Comparativo de los currículos de probabilidad y estadística español y americano.(pp.1-8). Granada, Departamento de Didáctica de la matemática de la Universidad de Granada, 2013.
- Khan Academy (2022). Espectroscopía: la interacción de la luz y la materia. De: (<https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry/electronic-structure-of-atoms-ap/bohr-model-hydrogen-ap/a/spectroscopy-interaction-of-light-and-matter>)
- La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación. doi: 10.2797/90921
- Martín Gutiérrez, Raquel. Un currículum de educación infantil. Comparación entre EEUU y España (2013). Universidad de Valladolid.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012). Panorama de la educación. Indicadores de la OCDE. <http://www.todofp.es/dctm/todofp/panorama-ocde2012.pdf?documentId=0901e72b81416fd3>

- Ministerio de Educación. Instituto de Evaluación. Sistema estatal de indicadores de la educación. (2011). <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/indicadores/2011-e4.1.pdf?documentId=0901e72b810b4d47>
- Morrison, S.G.. (2005). La Educación Infantil (9aed.). Madrid. Pearson education
- NASA Science Share the Science.NASA. Recuperado de: <https://science.nasa.gov/>
- National Committee on Science Education Standards and Assessment; Board on Science Education (BOSE); Division of Behavioral and Social Sciences and Education (DBASSE);
- National Council of Teacher of Mathematics. De: <https://www.nctm.org/>
- Newman, Peter R.(1994) Astronomical distance measurement métodos. Journal of the British Astronomical Association. 104,3,pp.130-136
- OECD (2010), PISA 2009 Results: Executive Summary. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46619703.pdf>
- OECD (2019), "PISA 2018 Science Framework", in PISA 2018 Assessment and Analytical Framework, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/f30da688-en>.
- Prisma óptico. INTEF. Recuperado de: <https://procomun.intef.es/ode/view/1416349659232>
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.
- Recursos (2022). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Recuperado de: <https://www.csicenlaescuela.csic.es/aplicaciones/optica/>
- Recursos y artículos académicos, luz. Red de Recursos Educativos en Abierto. Recuperado de: [https://procomun.intef.es/new-search?f=learningContext%3AEducaci%C3%B3n%20Secundaria%20Obligatoria%C2%BF%40%3FknowledgeArea%3AF%C3%ADSica&type=LEARNING\\_RESOURCE](https://procomun.intef.es/new-search?f=learningContext%3AEducaci%C3%B3n%20Secundaria%20Obligatoria%C2%BF%40%3FknowledgeArea%3AF%C3%ADSica&type=LEARNING_RESOURCE)
- Resultados PISA (2018). Programa para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). OCDE(2019). Recuperado de: [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_esp\\_ESP.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_esp_ESP.pdf)
- Roselló, P. (1970). La educación comparada, al servicio de la planificación. Revista de Educación, 74 (2010-2020), 33-41. Recuperado de <http://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/dam/jcr:aa1675e6-2213-461c-93cd-9b402ae9f227/1970re210educacionencrucijada02-pdf.pdf>
- Rosselló, Pedro, Teoría de las Corrientes Educativas, Promoción Cultural, Barcelona, 1974, p.23.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. THE TECHNOLOGY TEACHER, December/January 2009, 20-25.
- Schneider, Friedrich. La Pedagogía Comparada, Herder, Barcelona, 1965.
- Soto Abanto, S.E.(2019). Recomendaciones para redactar los antecedentes de una investigación o tesis [Vídeo]. De: <https://www.YouTube.com/channel/VC14HVzfXvaArjv82t3L-Mmw>.
- STEMadrid. Educar en STEM, un reto para Madrid. Recuperado de: <http://educacionstem.educa.madrid.org/>
- Tusquets J., Teoría y práctica de la Pedagogía Magisterio Español, Madrid, 1968, p.11.
- Vázquez-Ben, Lucía y Bugallo- Rodríguez, Ánxela (2018). Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 15, número 3. Universidad de Cádiz.

-Vexllard, Alexandre, Pedagogía Compara: Métodos y Problemas, Kapelusz, Buenos Aires, 1970,p.58.