



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Diseño de un simulador de emisiones
de dióxido de carbono (CO₂) para la
asignatura *Tecnología Industrial I*
de 1º de Bachillerato

Presentado por: Albert Torras Ruiz
Línea de investigación: Propuesta de diseño de intervención
Director/a: Marta Curto Prieto

Ciudad: Barcelona
Fecha: 24 de mayo de 2016

Resumen

Después de recorrer el camino durante este curso académico del Máster Universitario en Formación de Profesorado para Educación Secundaria, es el momento de plasmar mediante este documento los conocimientos adquiridos en esta etapa, además de tener la posibilidad de enriquecerse a nivel personal con un proyecto innovador para la docencia.

Vivir en un mundo global conlleva problemas globales. La intención de este Trabajo Fin de Máster (TFM) es profundizar sobre los aspectos más importantes e investigar y determinar la influencia de la quema de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero que se derivan, en concreto el estudio de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2). Para ello, se ha confeccionado un instrumento capaz de calcular con exactitud dichas emisiones en diferentes combustibles fósiles. Esta herramienta recibe la denominación de simulador de emisiones de CO_2 .

El proyecto trata de aportar una mejora educativa a través de la implementación del simulador y también, concienciar al alumnado de las repercusiones negativas de las emisiones de CO_2 . Si dotamos de conocimientos y herramientas eficientes a los futuros hombres y mujeres del mañana, las posibilidades del cambio a un mundo mejor son más prometedoras. Para afianzar a las personas en compromisos y valores, el mejor instrumento es dar a conocer de forma categórica las realidades a través de datos contrastables para tener un juicio y actitud crítica coherente.

El profesional de la docencia se debe al alumno en cuanto a su formación para el camino o proyecto de vida, por lo tanto es uno de los principales responsables para una buena integración de conocimientos, habilidades y actitudes o valores.

Este TFM intenta dotar al alumno de mayores capacidades para afrontar sus tareas tanto en el ámbito de la educación como para con su vida social y futura profesional.

Palabras clave.

Simulador, Emisiones de CO_2 , Bachillerato, Tecnología

Abstract

After the Master in Training Teachers for Secondary Education, it is time to reflect in this document the knowledge acquired at this stage, having the possibility of involving myself in an innovative project for teaching.

Living in a globalized world brings global problems. The intention of this Master's Thesis, from now on *TFM (Trabajo Final Máster)*, is to take a deep approach on the most important aspects, as well as investigate and determine the influence of the burning fossil fuels, and the greenhouse gas emissions, in particular the study of carbon dioxide (CO₂). For this reason, an instrument that calculates the emissions of different fossil fuels has been produced. This tool receives the name of CO₂ emissions simulator.

The aim of this project is to contribute on an educational improvement through the implementation of the simulator and also, to raise awareness among the students of the negative impact of the CO₂ emissions. If we provide efficient tools to the future generations, the possibilities of changing this world into a better one are more promising. The best instrument to strengthen people's commitment and values is to explain, on a categorical way, the reality through reliable data in order to get a critical and coherent attitude.

Teaching professionals have the responsibility of guiding their students towards using different skills, strategies and procedures, and help them to follow their paths and life projects. Therefore teachers are essential to provide them knowledge, skills, attitudes and values.

This *TFM* aims to provide the students with a higher capability level to face their educational tasks, as well as their future professional and social lives.

Key words.

Simulator, CO₂ emissions, Baccalaureate, Technology

Índice

1. Justificación y planteamiento del problema.....	05
2. Marco teórico.....	07
3. Propuesta de diseño de intervención.....	15
3.1 Análisis de la situación educativa y mejora propuesta.....	15
3.2 Objetivos e hipótesis.....	16
3.3 Metodología.....	17
3.4 Propuesta de intervención.....	18
3.5 Destinatarios.....	22
3.6 Planificación de las acciones.....	24
3.7 Recursos.....	26
3.8 Evaluación.....	27
3.8.1 Del proceso.....	27
3.8.2 De los resultados.....	27
3.9 Resultados previstos.....	29
4. Discusión.....	30
5. Conclusiones.....	31
6. Limitaciones y prospectiva.....	32
7. Referencias Bibliográficas.....	34
8. Bibliografía	37
9. Anexos.....	38
9.1 Anexo 1.....	38

Índice de imágenes

1. Imagen 1.....	19
2. Imagen 2.....	20
3. Imagen 3.....	21

1. Justificación y planteamiento del problema

Inicialmente, el presente TFM nace de la necesidad de dar al alumnado de 1º de Bachillerato en la asignatura de *Tecnología Industrial I* una visión más real sobre el impacto ambiental que se deriva de la quema de combustibles de origen fósil y sus emisiones de CO₂ a la atmósfera. Se han consultado diferentes libros de texto y en el bloque de contenidos de sistemas energéticos, y en concreto dentro de la Unidad Didáctica *Recursos energéticos* se explican perfectamente las fuentes de energía, tipos de materiales combustibles y la importancia económica de este tipo de recursos, en cambio se le dedica un pequeño apartado a las consecuencias ambientales resultantes de la utilización de dichos combustibles. En este punto se hace referencia al conocido efecto invernadero, lluvia ácida e incluso a la contaminación radioactiva. Las definiciones de estos capítulos y sus efectos son del todo correctas aunque se denota un déficit en el momento de dar datos cuantitativos de las emisiones de CO₂ correspondientes a cada combustible fósil en particular. Desde este punto, se plantea la cuestión en torno a la posibilidad de crear una herramienta didáctica para que el alumnado, a través de los conocimientos adquiridos en cuanto a origen y naturaleza de combustibles, poderes y capacidades caloríficas de estos y sus aplicaciones, pueda comparar con datos numéricos la cantidad de emisiones en forma de CO₂ de los diferentes materiales combustibles de origen mineral. Para ello, se ha preparado un simulador con diferentes fuentes en estado sólido, líquido y gaseoso donde introduciendo unos datos sobre los consumos diarios o anuales se indica la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera. También se ha preparado un segundo apartado en que aparece una tabla comparativa entre el uso de estos posibles combustibles y su grado de contaminación, además de la equivalencia en cuanto a consumo de combustible para una misma cantidad de energía demandada.

Para que los datos sean lo más próximos posibles a los conocimientos expuestos en los libros de texto, se ha optado por combustibles que aparecen en los mismos y son descritos desde su extracción, procesado para adecuación y características energéticas.

Con esta herramienta, los alumnos adquieren más conocimientos a la vez que conlleva mayor rigor y objetividad, asimismo fomenta los valores y la conciencia ecológica.

Un apunte final, en cuanto al planteamiento de este tipo de herramienta, reside en que el impacto ambiental en forma de emisiones de CO₂, además de repercutir en el calentamiento global del planeta, también tiene una repercusión económica a nivel

industrial en el mercado de derechos de emisión. Con todo ello, se pretende establecer una propuesta de mejora para con esta Unidad Didáctica a través de un programa de intervención educativa que en este caso en particular será el diseño de un simulador de emisiones de CO₂.

2. Marco teórico

Para empezar la búsqueda de documentación a través del marco teórico se debe plantear el objetivo principal y los específicos del TFM. En este caso en particular, aumentar las competencias técnicas referidas a la Unidad Didáctica *Recursos energéticos* como principal objetivo sustentado con saber integrar correctamente conocimientos, habilidades y actitudes y dotar al alumno de mayores capacidades y autonomía en el ejercicio de sus tareas educativas y sociales como objetivos específicos.

El punto de partida para el desarrollo de este TFM radica en la falta de datos contrastables entre los diferentes combustibles de origen fósil y sus respectivas emisiones de CO₂ en los libros de texto de *Tecnología Industrial I* de 1º de bachillerato, como ejemplo sirva “La extracción y los procesos de obtención y utilización de los combustibles producen impactos en el medio natural. Se debe procurar que estos impactos sean lo más pequeños posibles” (Joseph, Hoyos, Garravé, Garófano, y Vila, 2008, p.45). No se cuantifica numéricamente ni comparativamente tanto el impacto como el nivel de emisiones de CO₂, solo se pone énfasis en que “El CO₂ es el responsable de más de la mitad del calentamiento de la atmósfera, los CFC, aproximadamente, de una cuarta parte, y el resto, los demás gases de efecto invernadero” (Joseph et al. 2008, p.46).

También se ha comprobado en otro ejemplar de distinta editorial que tiene diferente estructura pero con el mismo contenido, la falta de datos para poder comparar la cantidad de emisiones de cada combustible. En este documento trata las fuentes de energía no renovables como el carbón, el petróleo y el gas natural de forma independiente respecto a su impacto ambiental “En la combustión del carbón se liberan a la atmósfera diversos agentes contaminantes como el dióxido de azufre (SO₂), diversos óxidos de nitrógeno (NO y NO₂) y monóxido y dióxido de carbono (CO y CO₂)” (Escorihuela, González, Murgui, y Vinagre, 2008, p.26). A continuación, se habla de las reservas energéticas líquidas y su impacto en el medio ambiente, “Igualmente que con el carbón, la combustión de gasóleos, querosenos y gasolinas liberan a la atmósfera muchos agentes contaminantes como los óxidos de carbono (CO y CO₂)” Escorihuela et al. 2008, p.28). Asimismo, con el combustible gaseoso y sus emisiones, en este apartado si se indica que se emiten menos gases por unidad de energía respecto a los otros combustibles “Emite entre un 40 y un 50% menos CO₂ que el carbón, y entre un 25 y 30% menos que el fuelóleo” Escorihuela et al. 2008, p.31), pero en ningún momento se pone de

manifiesto cuales son las cantidades de partida, por lo tanto los porcentajes indicados no son aplicables con la información disponible en el libro de texto.

En base a lo descrito, se plantea el diseño de una herramienta como medio didáctico para la tarea de enseñanza-aprendizaje.

Para que el alumno pueda interpretar correctamente los datos que se extraen de la utilización del simulador, se ha optado por la inclusión en él, de combustibles que aparecen en los libros de texto consultados, de esta forma su criterio y capacidad de análisis se verán reforzados.

La búsqueda de artículos de opinión sobre las principales fuentes de emisión de CO₂ confirma que en muchos casos se pone énfasis en los daños de los gases de efecto invernadero pero no muestran datos comparativos de la incidencia que tiene la utilización de uno u otro combustible de origen fósil. Isan (2015) informa que las emisiones de CO₂ derivan en un exceso de gases de efecto invernadero que nos pueden llevar a graves consecuencias. Además, en un apartado específico de combustibles fósiles indica “No olvidemos que más del 75 por ciento de las emisiones de CO₂ provocada por el ser humano provienen de los combustibles fósiles, en los que englobamos el carbón, el gas natural y el petróleo” (Isan, 2015, p.1). Rápidamente se puede comprobar que falta información de cuánto y cómo cada combustible genera gases de efecto invernadero una vez se han quemado. En este mismo artículo se indican los combustibles fósiles en sus tres posibles estados: sólido (carbón con todas sus variedades), líquido (petróleo antes de su destilación para la obtención de sus derivados) y gas (con el gas natural como combustible en este estado). La creación de esta herramienta permitiría a este documento dar datos de la cantidad de emisiones de CO₂ de cada combustible para una misma unidad de consumo energético y a su vez saber que cantidad de recursos utilizaríamos con cada tipo de combustible.

En otra fuente consultada, concretamente en un diario digital se encuentra un artículo de sociedad donde el autor escribe: “habiendo bajado la utilización de combustibles fósiles en un 1,7% y la de gas natural en un 9,3%, la producción de CO₂ haya crecido. La respuesta está, analizan, en el incremento del combustible fósil sólido, es decir, básicamente, el carbón” (Rejón, 2015, p.1).

Esta fuente consultada denota cierto paralelismo con el anterior artículo mencionado en el momento de dar datos sobre el impacto real de cada combustible fósil, aportando solamente que el carbón es el combustible de origen mineral que más contamina respecto a sus “hermanos” líquidos y gaseosos.

Aquí se vuelve a reflejar la necesidad de dar un instrumento diferenciador entre la contaminación que cada combustible emite.

La consulta posterior en libros específicos en el campo de las Ciencias Ambientales ha abierto una ventana en el enfoque del cambio climático, para que los lectores tengan más conocimientos de los efectos negativos del calentamiento global provocado por los gases de efecto invernadero. A la vez esta investigación marca el camino para empezar a construir una herramienta útil para la docencia. Nuevamente se recogen datos e información en referencia hacia donde continuar la búsqueda de documentación provechosa.

En una indagación en un libro de texto especializado sobre la materia en cuestión nos informa que “La combustión de carbón es una reacción química con el oxígeno del aire que produce energía, óxidos de carbono (CO o CO_2) y agua” (Rivera, 2000, p.27). De esta misma forma desarrolla la teoría para con los combustibles líquidos. De suma importancia es la explicación del origen y significado de las siglas IPCC (Panel Intergubernamental sobre el cambio climático) que son las que van a marcar las bases para el desarrollo del simulador de emisiones de CO_2 . En este mismo documento Rivera (2000) detalla que el IPCC creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), es un cuerpo intergubernamental de asesoramiento científico-técnico. Este organismo elaboró inicialmente dos informes de evaluación (1990 y 1995) donde se exponen una serie de resultados y datos en referencia a las emisiones de gases de efecto invernadero.

Es importante remarcar que estos dos primeros informes están fechados con anterioridad a la Conferencia de Kioto que se celebró en el año 1997, en la cual se plantearon medidas para la disminución de las emisiones de gases invernadero provocadas por la actividad del hombre. De esta cumbre deberían salir actuaciones en favor de un consumo más responsable de la energía y sus usos para paliar los aumentos experimentados debido sobretodo a la actividad industrial, consecuencia del uso indiscriminado de combustibles fósiles. La realidad es que Estados Unidos se frenó en la decisión de minimizar las emisiones como se muestra a continuación, “La UE aceptaba el planteamiento, pero Estados Unidos no quería ni oír hablar del asunto y su delegación reiteró que no asumiría compromiso alguno de reducción de emisiones” (Rivera, 2000, p.125).

Además de todo lo localizado hasta ahora de esta fuente, para la ejecución del simulador es necesario conseguir unas tablas de referencia con los factores de emisión de CO_2 de cada gas y los poderes caloríficos de cada combustible, como se señala.

Rivera (2000) escribe:

Si un país emitía en 1990 una cantidad determinada de toneladas de gases de efecto invernadero (contabilizadas en toneladas equivalentes a dióxido de carbono, según unas tablas de conversión elaboradas por el IPCC que tienen en cuenta el potencial de calentamiento de cada uno de los gases), y tiene que emitir un tanto por ciento menos en 2010 (p. 126).

Esta última cita marca la continuación del camino a seguir en la investigación del presente TFM para el diseño de la herramienta didáctica.

Otra fuente consultada fechada en el año 2001 nos indica nuevamente la influencia de los combustibles fósiles como los principales causantes del aumento de los niveles de CO₂ atmosféricos (Quereda, Montón, Escrig, Gil, Olcina, Rico, 2001). Más adelante en este mismo documento se informa que “El CO₂ es emitido por fuentes naturales y actividades humanas y entre estas últimas destaca la quema de combustibles fósiles y la deforestación” (Quereda et al. 2001, p.98).

Si que es verdad que en este libro se observa un cambio, aportando datos en cuanto a los diferentes consumos de combustibles y su evolución respecto a diferentes épocas “Sin embargo, y desde 1940, se hace evidente el diferente promedio de incremento de las emisiones de sólidos y líquidos, circunstancia que culmina en 1968, primer año en que las emisiones de los líquidos superan a aquellas de los sólidos” (Quereda et al. 2001, p.99).

Nuevamente se aprecia la diferenciación entre combustibles y sus diferentes consumos pero no se hace hincapié en la capacidad de contaminación de la quema de cada uno de ellos.

Un autor de prestigio en políticas de cambio climático es sin duda alguna Al Gore y sus ciclos de conferencias, que derivaron a la postre en un documental y libro sobre la crisis a escala global del calentamiento del planeta. En esta obra se puede destacar una muy buena descripción, además de los grafismos que se incluyen, de qué son los gases de efecto invernadero (Gore, 2006). También políticas y actuaciones de reducción de gases de efecto invernadero y un punto muy importante sobre la bolsa o mercado especulativo de la compra-venta de emisiones de CO₂ (Gore, 2006). Este último punto toma mucha relevancia en la actualidad debido a los diferentes planes de asignación de derechos de emisión para con las empresas, que deben cumplir las diferentes normativas ambientales como pueden ser: solicitud de autorización de emisión de gases de efecto invernadero, solicitud de asignación individualizada de derechos de emisión del periodo 2005-2007, la misma solicitud para los periodos 2008-2012 y 2013-2020, informe anual de emisiones, verificación anual de las emisiones a través de una entidad acreditada por la administración. Estas actuaciones de control y seguimiento permiten

realizar informes sobre el calentamiento global y mecanismos para intentar minimizar el impacto y reducirlo. Inicialmente el mercado de emisiones se creó para penalizar las empresas potencialmente más contaminantes pero la realidad es que en la primera asignación correspondiente al periodo 2005-2007 a la mayoría de empresas se les asignó muchas más emisiones de las que en realidad consumían, provocando el efecto contrario al deseado. El segundo periodo se ajustó mucho más teniendo en cuenta el historial productivo de cada empresa para evitar la especulación en el mercado bursátil de las emisiones de CO₂ (hubo empresas que sopesaban sus ganancias anuales en función del precio de mercado de las emisiones de CO₂, decidiendo producir menos y vender el excedente de la asignación). Finalmente para la asignación del último periodo (2013-2020) se ha tratado de forma escalada hacia la reducción de emisiones para concienciar a las industrias en el empleo de combustibles alternativos y tecnologías más novedosas y de mayor rendimiento. Por lo tanto, un simulador didáctico diferenciador del potencial contaminante de cada combustible fósil podrá ser una herramienta muy útil para la comprensión y concienciación ética del alumnado y futuros técnicos del mañana.

Para dar forma al instrumento que utilizará el alumno, se ha investigado en el campo de herramientas didácticas que ya están implantadas y se pueden obtener a través de Internet. Una primera fuente nace del artículo publicado en la revista Veo Verde donde Torres (2012) expone: “La siguiente simulación en tiempo real muestra las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de todos los países” (p.1). Aquí se indica la fuente donde encontrar el simulador de las emisiones de CO₂. En posteriores búsquedas se ha encontrado referenciada la misma fuente en cuestión, concretamente una página web de recursos educativos donde incide en la posibilidad de la utilización de esta misma herramienta, “Se trata de una simulación realizada con estadísticas reales. Además de la información detallada se proporcionan enlaces de espacios referentes en Cambio climático de cada país” (Didactalia (s.f.), p.1). El siguiente paso se ha dirigido en la constatación del funcionamiento de la herramienta destacada por estas dos últimas fuentes. Este simulador da información en tiempo real de la cantidad de emisiones de CO₂ que se emiten a nivel mundial y también permite la consulta por países (Spryke, (s.f.)). Aunque no diferencia en ningún caso las materias primas causantes de tales emisiones y el impacto que suponen de forma individual, por lo tanto es importante reflejar la necesidad de crear una herramienta con dichas características para dotar al alumno de más información.

En la búsqueda de esta herramienta se ha encontrado una fuente de contenido educativo con el mismo objetivo de concienciación ecológica. Es interesante remarcar que nuevamente vuelve a aparecer referenciado el anterior simulador entre otros, indicando las características y diferencias entre ellos. En la siguiente página web se da a conocer entre otras las siguientes herramientas: breathingearth, Climate Kids, Climate Time Machine, Mida su huella de carbono, Alerta CO₂ (Noticias de uso didáctico, 2013). Todas ellas enfocadas a dar respuesta sobre el efecto de los gases invernadero. La mayoría de estas herramientas están pensadas para sensibilizar las actuaciones humanas en cuanto a recursos y los efectos de una mala gestión. Si que se aprecia en el simulador Mida su huella de carbono, la entrada de datos de consumo anual de gas o de combustibles líquidos para a continuación expresar unos resultados en forma de toneladas de CO₂, pero en ningún momento se explica qué parámetros se utilizan y cómo se realiza el cálculo.

En la indagación a través de fuentes de las administraciones del Estado de la existencia de una posible herramienta parecida a la que se pretende en este TFM, se ha encontrado en una página web del Gobierno de Aragón, un simulador parecido a los descritos con anterioridad pero con la particularidad de incluir de forma explícita tanto los factores de emisión como los poderes caloríficos de diferentes combustibles fósiles. Esta herramienta denominada *Calculador de emisiones*, aporta datos cuantificables de las emisiones para los combustibles que se consumen aunque le falta la capacidad comparativa que se busca en este TFM, que es el cálculo de la energía y emisiones de CO₂ equivalentes con diferentes combustibles. No obstante, la realidad es que esta fuente es la más cercana al propósito del TFM. Si se accede al entorno virtual de, Cámara Zaragoza (s.f.). *EACCEL (Estrategia Cambio Climático y Energías Limpias) Calculador de emisiones (formato Excel)*, aparece una hoja de cálculo donde poder saber el total de emisiones de CO₂ por combustible.

Estas búsquedas permiten corroborar la necesidad de la realización de un útil adecuado con la información que deben de tener estos alumnos de 1º de Bachillerato.

Con todos estos datos se pasará a la búsqueda de más fuentes relevantes para el desarrollo del simulador del TFM, para ello se indagará en normativas, informes de inventarios, directrices, cuadros normalizados de factores de emisión y poderes caloríficos de los combustibles a estudiar. Se ha partido de los informes de evaluación realizados por el IPCC desde el primero realizado en 1990, pasando por los sucesivos en 1995, 2001, 2007 y el último hasta la fecha en 2014. A partir de aquí, para la determinación de los factores de emisión y poderes caloríficos se debe acceder a través de la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y

Medio Ambiente al enlace del Anexo 7 del Informe del Inventario Nacional de emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) años 1990-2013. Este documento actualizado en octubre de 2015 se compone de unas tablas de referencia con los factores de emisión y poderes caloríficos para cada combustible y actividad económica. Estas tablas normalizan unos datos de muestras medidas y contrastadas a través del IPCC y los informes de inventarios del GEI. Con ellas las instituciones y empresas deben calcular su huella de carbono anual. El proceso da comienzo con un informe inicial de cómputo total anual de emisiones generadas, a continuación una empresa acreditada audita las emisiones de CO₂ declaradas. Posteriormente, la administración correspondiente a cada comunidad autónoma emite un informe final de verificación.

Sirva como ejemplo la Decisión de la Comisión de 18 de julio de 2007, *por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*. Diario Oficial de la Unión Europea, de 31 de agosto de 2007, que incluyen metodologías y factores de corrección.

El industrial que está obligado a declarar sus emisiones, debe compensar a través del mercado bursátil ex profeso el déficit de emisiones de CO₂ si los tuviera, resultado de su declaración anual. Los datos de cada emisor son recopilados por las administraciones pertinentes para elaborar el informe sobre el Inventario Nacional de Emisiones de GEI, donde también se incluyen las emisiones estatales de fuentes domésticas, sector servicios, administraciones, aviación, navieras y todo el consumo derivado del uso de vehículos privados con combustible fósil. Se trata de hacer una “fotografía” del impacto ambiental en gases de efecto invernadero de un país. De esta forma se controla a nivel estatal la huella de carbono anual y los tipos de políticas a aplicar para la reducción de esta contaminación, mediante el uso de combustibles alternativos, tecnologías más modernas con mayor rendimiento y la concienciación ecológica.

Para elaborar esta herramienta didáctica se contemplaran los siguientes combustibles fósiles (antracita y coque, tabla A7.2. Sector: Siderurgia. Fuelóleo, gasóleo y gas natural, tabla A7.1.) correspondientes al Anexo 7. Factores de emisión de CO₂ y PCI de los combustibles del Informe de Inventarios GEI 1990-2013, fecha de actualización en octubre de 2015.

En el apartado final de anexos del presente TFM se adjunta el documento: Anexo 7. Factores de emisión de CO₂ y PCI de los combustibles del Informe de Inventarios GEI 1990-2013 (octubre 2015), para dar la posibilidad de variar o incrementar los diferentes combustibles que se han incorporado inicialmente en el simulador.

De esta forma, se multiplican los conocimientos sobre la emisión de gases de efecto invernadero a través de los múltiples combustibles y el útil se torna más interactivo con el alumno haciéndole más partícipe de sus decisiones.

Con la suma de las fuentes consultadas, libros de texto específicos de 1º de Bachillerato de *Tecnología Industrial I*, artículos de prensa digital, libros de contenido científico en el campo de las Ciencias Ambientales de autores de referencia, herramientas didácticas digitales creadas ex profeso para determinar el calentamiento global, administraciones del estado y autonómicas, más un conjunto de normativas, reglamentaciones, decretos y directrices englobadas tanto a nivel estatal como de la comunidad europea, es el momento para avanzar en el diseño de una herramienta eficaz con el objetivo que se pretende para este TFM.

3. Propuesta de diseño de intervención

De las fuentes consultadas en el marco teórico y la posibilidad de inclusión de herramientas TIC en el campo educativo, nace la idea de desarrollar un instrumento capaz de integrar ambos campos, con la intención de ayudar en el ejercicio de enseñanza-aprendizaje. El simulador en cuestión permite acercar al alumno a una realidad palpable respecto a la contaminación ambiental, mediante la aportación de datos comparativos y cuantificables de diferentes combustibles de origen fósil en referencia a las emisiones de CO₂ de cada uno de ellos. Asimismo, habilita para el tratamiento de la información y la competencia digital además conduce a la indagación y búsqueda de alternativas de mejora.

Para esta propuesta en concreto se ha reflexionado hacia quién va dirigida para dar respuesta a sus necesidades y potenciarlas.

3.1 Análisis de la situación educativa y mejora propuesta

En la actualidad, en docencia cada vez toma más peso la frase innovar para educar, de aquí nace esta propuesta de mejora en el marco actual social y educativo. La programación didáctica permite la inclusión de nuevos métodos pedagógicos, siempre que se cumplan los objetivos y contenidos de cada materia o Unidad Didáctica. El proceso de cambio que se está dando en las comunidades educativas, otorgando más capacidad de intervención al alumnado a través de un trabajo de orientación o guía por parte del educador permite crear y utilizar herramientas para que el educando sea más partícipe de los resultados apartándose de los sistemas más tradicionales o convencionales. De esta forma, se facilita el aprendizaje por descubrimiento e incidental, trabajo colaborativo y ayuda a mejorar las competencias tanto en el campo de los conocimientos como de las habilidades y la educación en valores. Además, con esta herramienta se potencia la investigación del alumno en la búsqueda y comparación de otros tipos de combustibles. Este recurso didáctico está enfocado en dotar al alumno de más autonomía e iniciativa a la vez de saber interpretar la información resultante utilizando una hoja de cálculo, con la posibilidad de variar los datos de las materias primas y realizar sus propias indagaciones.

Los libros de texto específicos de *Tecnología Industrial I* de 1º de Bachillerato consultados para la Unidad Didáctica en cuestión, aportan conocimientos muy teóricos y algunos ejercicios concretos de poderes caloríficos. En ambos libros no

aparece información técnica sobre los datos necesarios para obtener las emisiones correspondientes con los combustibles, solamente se informa sobre el efecto invernadero derivado de los gases de la combustión, vapor de agua y gases con contenidos en CFC.

Para dar respuesta y datos cuantificables de las emisiones de CO₂ de diferentes combustibles fósiles, esta herramienta permite no solamente cuantificar el grado de contaminación, sino que además compara la totalidad de emisiones de cada combustible para una misma cantidad de energía consumida.

Con ello, el alumno obtiene unos resultados precisos que le permiten analizar y discutir de forma objetiva la capacidad contaminante de cada posible foco de emisión.

Mediante esta herramienta, también se puede trabajar de forma transversal añadiendo recursos y fuentes de energía con menor impacto ambiental y constatarlo a través del simulador diseñado.

3.2 Objetivos e hipótesis

Para plantear la hipótesis del trabajo, se ha indagado en la búsqueda de información previa a través del marco teórico para poder elaborar un método experimental y poder dar unos resultados en base a los objetivos planteados.

La hipótesis en cuestión, está en la pregunta de si es posible crear una herramienta didáctica complementaria para la mejora en la comprensión de la Unidad Didáctica *Recursos energéticos* en la asignatura *Tecnología Industrial I* para 1º de Bachillerato.

El objetivo principal del uso de esta herramienta está en:

Saber diferenciar perfectamente el poder contaminante de cada combustible.

Los objetivos específicos derivados del principal son:

Dotar de conciencia ecológica.

Capacitar para decidir el empleo de un combustible u otro.

Conocer la relación entre poder calorífico y consumo energético.

Establecer mecanismos para invertir los consumos de combustibles fósiles hacia materias primas menos contaminantes.

La consecución de los objetivos específicos debe conllevar el cumplimiento del objetivo principal.

Para poder llevar a cabo la implementación de esta herramienta nos surge la cuestión del cómo hacerlo. De inicio el alumnado debe tener una base teórica

(conocimientos declarativos) sobre combustibles fósiles para poder entender e interpretar los resultados del simulador. Para ello, se ha planteado una temporalización con las actividades específicas de esta herramienta. En la fase de diseño se ha pensado en que la herramienta sea interactiva, es decir, hacer partícipe al usuario dándole la posibilidad de cambiar y comparar datos, de esta forma se mejora lo investigado en otras fuentes en el marco teórico y se amplía el método usado en los libros de texto específicos. A partir de 1º de Bachillerato es cuando las competencias básicas pasan a tratarse de forma no explícita a nivel de programación didáctica, pero la realidad es que se siguen manteniendo. Por lo tanto, es un buen estadio educativo en el que empezar a implementar herramientas de cierto nivel científico-tecnológico para dar más rigor a los conocimientos declarativos que deben lograr los alumnos en estas etapas.

Los estudios de bachillerato se pueden diseñar creando entornos motivadores de aprendizaje y dentro del marco de la tecnología industrial es indispensable tener cultura específica, conocimientos de magnitudes, habilidades para la detección y corrección de problemas o averías, adquirir capacidades para tomar decisiones y responsabilidades. Todas las destrezas señaladas resuelven la cuestión del para qué. Con esta herramienta en particular se logra dotar al usuario de actitud crítica objetiva del buen o mal uso de los recursos energéticos, sus consecuencias y los posibles mecanismos de cambio para una mejora a nivel global desde el ámbito educativo.

3.3 Metodología

El desarrollo de este apartado es clave para el buen funcionamiento de la propuesta de intervención. Se parte de la base de un alumnado con unos conocimientos y competencias previas logradas en etapas anteriores, de tal forma que se debe presentar una herramienta con un contenido científico-tecnológico acorde con su nivel académico. Además, se debe lograr llevar al alumno al querer investigar, conocer y a la vez aprender. Se trata de una dinámica ascendente en la búsqueda de conocimiento y preguntarse el por qué. El simulador en sí, necesita de una base en conocimientos declarativos en referencia a los combustibles fósiles que se tratan. Para ello, a través de la temporalización se pautan las sesiones académico-expositivas.

Para la correcta aplicación de esta herramienta didáctica se ha diseñado por etapas, de este modo a medida que los alumnos avancen en los diferentes pasos que se le

indican, ellos mismos adquieran consciencia de las consecuencias de la toma de sus decisiones y las responsabilidades que conllevan. Es una manera de estimular a los alumnos haciéndoles partícipes. De esta forma se trabaja tanto el aprendizaje por descubrimiento como el incidental (sin esfuerzo aparente).

El simulador es una herramienta didáctica creada ex profeso para que el alumnado desarrolle actitud crítica, constructiva y objetiva, pensada para el análisis de los resultados obtenidos a través de su uso. De hecho, una vez obtenidos los datos, se plantea en la propia herramienta el ejercicio de análisis y discusión, de esta forma se fomenta la puesta en común de las diferentes visiones posibles ayudando a la socialización y defensa de sus pensamientos. La reflexión que se pueda dar a posteriori del uso del simulador con las bases de los conocimientos iniciales necesarias bien logradas, debe promover la conciencia ecológica, el consumo responsable y el uso de energías alternativas más limpias.

Para una mayor interacción se dan datos en los anexos para poder manipular la herramienta con diferentes combustibles y sus propiedades energéticas, otorgando más capacidad al alumno de autonomía en la búsqueda de respuestas a sus inquietudes.

3.4 Propuesta de intervención

El núcleo del presente TFM reside en el modelo de intervención que se ha diseñado para cumplir con los objetivos definidos con anterioridad. Para ello, se parte de la estructura que sustenta la didáctica general en cuanto a conocimientos, habilidades y valores, que es lo que se pretende conseguir. En el transcurso de las indagaciones realizadas dentro del marco teórico se ha podido perfilar, para posteriormente definir y finalmente construir una herramienta con un marcado carácter didáctico y muy válido para educar en capacidades y valores. Los fundamentos de este simulador tienen un fuerte componente de conciencia ambiental a la par que en consumos responsables.

La instrucción en su uso es simple y a la vez directa en cuanto a la significación de los resultados. Está diseñada en una hoja de cálculo (en formato Excel) donde siguiendo las tareas indicadas de forma pautada en una primera tabla, se puede constatar inicialmente la cantidad de energía consumida y las emisiones de CO₂ derivadas del uso de un combustible fósil u otro, tanto a nivel doméstico como industrial.

Una vez se ha determinado el total de energía consumida mediante uno u otro combustible en la tabla inicial, si se introduce este dato en todas las casillas especificadas de la tabla número 2 aparece el total de toneladas equivalentes de CO₂ respecto a los demás combustibles y también el consumo equivalente de dichos combustibles.

Por lo tanto, se puede saber cuánto CO₂ emiten y cuánto combustible se necesita para una misma cantidad de energía consumida.

Estos datos permiten hacer reflexionar al usuario del simulador, aportando parámetros numéricos reales, que indican el potencial contaminante de los diferentes combustibles fósiles en cuanto a calentamiento global y también la cantidad real equivalente de consumo para la actividad doméstica o industrial para la que esté destinada.

Con todos estos datos finales es cuando los alumnos deben reflexionar y analizar las posibles consecuencias del uso indiscriminado de este tipo de fuentes de energía en la sociedad actual y el impacto ambiental que significa, además de indagar en multitud de nuevas tecnologías más limpias o eficientes. Estos alumnos serán los futuros tecnólogos, por ello se les debe dotar de conocimientos, habilidades y valores para estar capacitados en la toma de decisiones venideras.

A continuación, se muestran tres imágenes de uso del simulador con la explicación de cada una de ellas.

SIMULADOR DE EMISIONES DE CO₂

Paso 1: Introduce en la tabla 1 el **consumo anual de un solo combustible** de origen fósil utilizado en tu vivienda o industria en las **unidades*** especificadas para cada combustible.

Paso 2: A continuación aparecerán en esta misma tabla 1, las emisiones de CO₂ equivalentes en Tn y la energía total consumida en TJ del combustible utilizado.

TABLA 1								
Tipo de combustible	Combustible	Densidad media	Consumo anual	Unidades*	Poder Calorífico Inferior (PCI) TJ/Tn	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)	Energía total consumida* (TJ)
Sólido	Antracita (siderurgia)	----	0,00	Toneladas	0,03026	96,3	0,00	0,00
Sólido	Coque (siderurgia)	----	0,00	Toneladas	0,02655	110,6	0,00	0,00
Líquido	Fuelóleo	0,98 Kg/l	0,00	Toneladas	0,04018	76	0,00	0,00
Líquido	Gasóleo	0,85 Kg/l	0,00	Toneladas	0,04240	73	0,00	0,00
Gas	Gas natural	0,6029 Kg/Nm ³	0,00	Nm ³	0,00003838	56	0,00	0,00

Paso 3: Introduce en todas las casillas de **Energía total consumida** de la tabla 2 el resultado del **único combustible utilizado** que aparece en la tabla 1 (**Energía total consumida* TJ**).

TABLA 2							
Tipo de combustible	Combustible	Energía total consumida (TJ)	Consumo equivalente	Unidades	Poder Calorífico Inferior (PCI) TJ/Tn	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)
Sólido	Antracita (siderurgia)	0,00	0,00	Toneladas	0,03026	96,3	0,00
Sólido	Coque (siderurgia)	0,00	0,00	Toneladas	0,02655	110,6	0,00
Líquido	Fuelóleo	0,00	0,00	Toneladas	0,04018	76	0,00
Líquido	Gasóleo	0,00	0,00	Toneladas	0,04240	73	0,00
Gas	Gas natural	0,00	0,00	Nm ³	0,00003838	56	0,00

Paso 4: A continuación aparecerán en la tabla 2 el consumo y emisiones de CO₂ en Tn equivalentes para los diferentes posibles combustibles.

Paso 5: Lectura, interpretación y análisis de los datos respecto al impacto ambiental que supone tanto para consumo como para emisiones.

Imagen 1. Ejemplo de simulación, paso 1. (Elaboración propia)

La casilla del consumo anual de la tabla 1, indicada en la imagen superior con una elipse roja, es la primera que se debe cumplimentar introduciendo la cantidad de un solo combustible de origen fósil utilizado en la vivienda o industria durante este periodo. Si en la realidad de la actividad doméstica o industrial planteada se da uso a más de un combustible, se debe realizar esta operación para cada uno de ellos de forma independiente.

SIMULADOR DE EMISIONES DE CO₂

Paso 1: Introduce en la tabla 1 el **consumo anual de un solo combustible** de origen fósil utilizado en tu vivienda o industria en las **unidades*** especificadas para cada combustible.

Paso 2: A continuación aparecerán en esta misma tabla 1, las emisiones de CO₂ equivalentes en Tn y la energía total consumida en TJ del combustible utilizado.

TABLA 1								
Tipo de combustible	Combustible	Densidad media	Consumo anual	Unidades*	Poder Calorífico Inferior (PCI) TJ/Tn	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)	Energía total consumida* (TJ)
Sólido	Antracita (siderurgia)	-----	0,00	Toneladas	0,03026	96,3	0,00	0,00
Sólido	Coque (siderurgia)	-----	0,00	Toneladas	0,02655	110,6	0,00	0,00
Líquido	Fuelóleo	0,98 Kg/l	1.000,00	Toneladas	0,04018	76	3.053,68	40,18
Líquido	Gasóleo	0,85 Kg/l	0,00	Toneladas	0,04240	73	0,00	0,00
Gas	Gas natural	0,6029 Kg/Nm3	0,00	Nm3	0,00003838	56	0,00	0,00

Paso 3: Introduce en todas las casillas de **Energía total consumida** de la tabla 2 el resultado del **único combustible utilizado** que aparece en la tabla 1 (**Energía total consumida* TJ**).

TABLA 2							
Tipo de combustible	Combustible	Energía total consumida (TJ)	Consumo equivalente	Unidades	Poder Calorífico Inferior (PCI) TJ/Tn	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)
Sólido	Antracita (siderurgia)	0,00	0,00	Toneladas	0,03026	96,3	0,00
Sólido	Coque (siderurgia)	0,00	0,00	Toneladas	0,02655	110,6	0,00
Líquido	Fuelóleo	0,00	0,00	Toneladas	0,04018	76	0,00
Líquido	Gasóleo	0,00	0,00	Toneladas	0,04240	73	0,00
Gas	Gas natural	0,00	0,00	Nm3	0,00003838	56	0,00

Paso 4: A continuación aparecerán en la tabla 2 el consumo y emisiones de CO₂ en Tn equivalentes para los diferentes posibles combustibles.

Paso 5: Lectura, interpretación y análisis de los datos respecto al impacto ambiental que supone tanto para consumo como para emisiones.

Imagen 2. Ejemplo de simulación, paso 2. (Elaboración propia)

Una vez cumplimentado el combustible, en este caso a modo de ejemplo 1000 Tn de fuelóleo, aparecen al final de la misma tabla 1 las emisiones de CO₂ en Tn y la energía total consumida equivalente en TJ indicados en la imagen superior con sendas elipses de color rojo.

SIMULADOR DE EMISIONES DE CO₂

Paso 1: Introduce en la tabla 1 el **consumo anual de un solo combustible** de origen fósil utilizado en tu vivienda o industria en las **unidades*** especificadas para cada combustible.

Paso 2: A continuación aparecerán en esta misma tabla 1, las emisiones de CO₂ equivalentes en Tn y la energía total consumida en TJ del combustible utilizado.

TABLA 1								
Tipo de combustible	Combustible	Densidad media	Consumo anual	Unidades*	Poder Calorífico Inferior (PCI) TJ/Tn	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)	Energía total consumida* (TJ)
Sólido	Antracita (siderurgia)	----	0,00	Toneladas	0,03026	96,3	0,00	0,00
Sólido	Coque (siderurgia)	----	0,00	Toneladas	0,02655	110,6	0,00	0,00
Líquido	Fuelóleo	0,98 Kg/l	1.000,00	Toneladas	0,04018	76	3.053,68	40,18
Líquido	Gasóleo	0,85 Kg/l	0,00	Toneladas	0,04240	73	0,00	0,00
Gas	Gas natural	0,6029 Kg/Nm ³	0,00	Nm ³	0,00003838	56	0,00	0,00

Paso 3: Introduce en **todas** las casillas de **Energía total consumida** de la tabla 2 el resultado del **único combustible utilizado** que aparece en la tabla 1 (**Energía total consumida* TJ**).

TABLA 2								
Tipo de combustible	Combustible	Energía total consumida (TJ)	Consumo equivalente	Unidades	Poder Calorífico Inferior (PCI) TJ/Tn	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)	
Sólido	Antracita (siderurgia)	40,18	1.327,83	Toneladas	0,03026	96,3	3.869,33	
Sólido	Coque (siderurgia)	40,18	1.513,37	Toneladas	0,02655	110,6	4.443,91	
Líquido	Fuelóleo	40,18	1.000,00	Toneladas	0,04018	76	3.053,68	
Líquido	Gasóleo	40,18	947,64	Toneladas	0,04240	73	2.933,14	
Gas	Gas natural	40,18	1.046.899,43	Nm ³	0,00003838	56	2.250,08	

Paso 4: A continuación aparecerán en la tabla 2 el consumo y emisiones de CO₂ en Tn equivalentes para los diferentes posibles combustibles.

Paso 5: Lectura, interpretación y análisis de los datos respecto al impacto ambiental que supone tanto para consumo como para emisiones.

Imagen 3. Ejemplo de simulación, paso 3 y 4. (Elaboración propia)

A continuación, se debe introducir en todas las casillas de energía total consumida de la tabla 2, el resultado obtenido en la tabla 1 del combustible utilizado, en este caso en concreto 40,18 TJ. De esta forma nos aparece una comparativa de consumo y emisiones equivalentes de todos los combustibles, marcado en esta última imagen nuevamente con elipses de color rojo.

Estos resultados permiten constatar el poder contaminante en emisiones de CO₂ de cada combustible para un mismo consumo energético y a la vez se indica la cantidad necesaria de cada uno de estos en consumo equivalente.

En la propia hoja de cálculo se ha introducido a modo de instrucciones un sistema pautado de la secuencia a seguir para utilizar de forma correcta el simulador y comprender sus resultados para poder analizarlos y llegar a unas conclusiones. Además, en la parte inferior se indica el enlace web que facilita los datos de referencia contemplados de los combustibles utilizados y la posibilidad de añadir nuevos con sus respectivas propiedades.

Para un acceso rápido y directo a la herramienta de trabajo, se ha instalado en la plataforma virtual (dropbox), de este modo cualquier alumno o docente puede utilizar el simulador.

Para acceder al documento, se debe introducir el siguiente enlace en el navegador:

<https://www.dropbox.com/s/h4irz4bfav7ju9m/simuladoremissionesCO2.xls?dl=0>

Una vez en el enlace se debe seleccionar la opción “Descargar” que aparece en la parte superior derecha de la pantalla, a continuación ya se puede usar el programa de gestión de datos (hoja de cálculo) en formato Excel.

3.5 Destinatarios

La inclusión de esta herramienta se ha enfocado para el alumnado que cursa 1º de Bachillerato de la modalidad Ciencias y Tecnología acorde a la legislación vigente y que se indica a continuación.

Curso: 1º de Bachillerato.

Modalidad: Ciencias y Tecnología.

Nombre de la asignatura: *Tecnología Industrial I*.

Comunidad autónoma: Cataluña.

Legislación estatal.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006

Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015

Legislación autonómica.

Decreto 142/2008, de 15 de julio, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas en el bachillerato*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5183, de 29 de julio de 2008

La implantación de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013 es la Ley de la cual se desprende el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015 y que determina los objetivos, contenidos, competencias, criterios de evaluación de las diferentes etapas educativas correspondientes a la ESO y Bachillerato.

Esta legislación suple la anterior Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006 que a su vez vinculaba al Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del*

bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007.

Para la comunidad autónoma de Cataluña, el Decreto 142/2008, de 15 de julio, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas en el bachillerato*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5183, de 29 de julio de 2008, es el que en la actualidad fija los objetivos, contenidos, competencias, criterios de evaluación de las diferentes etapas educativas correspondientes a la ESO y Bachillerato.

Para dar una respuesta de conformidad al diseño del simulador de CO₂ con las dos normativas, (estatal y autonómica) se han estudiado, el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015 y el Decreto 142/2008, de 15 de julio, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas en el bachillerato*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5183, de 29 de julio de 2008, los bloques de contenidos y comprobado que se mantienen en ambas los *Recursos energéticos*, de esta forma esta herramienta también puede tener uso en el ámbito estatal.

En el transcurso del curso académico 2015-2106 de este Máster Universitario en Formación de Profesorado para Educación Secundaria, el Pleno del Congreso de los Diputados en fecha 5 de abril de 2016 inició el trámite para paralizar la implantación de la LOMCE de la que se desprende el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015, anteriormente comentado y que afectaría a nivel normativo para la implantación del simulador de emisiones de CO₂.

Si el trámite tuviese efecto, a nivel autonómico se mantendría el Decreto 142/2008, de 15 de julio, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas en el bachillerato*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5183, de 29 de julio de 2008 y a nivel estatal, el Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007 derivado de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006, permanecería en vigor hasta la entrada de una nueva Ley.

La implementación de esta herramienta dentro del marco de la legislación curricular para la etapa de 1º de Bachillerato y en concreto en la asignatura de *Tecnología Industrial I* permite al alumnado la consecución de los objetivos marcados a nivel normativo, cumpliendo con los contenidos específicos de la Unidad Didáctica a desarrollar.

3.6 Planificación de las acciones

El desarrollo de la Unidad Didáctica *Recursos energéticos* completa está planificada en ocho sesiones y en concreto en la sexta y en la séptima se tratará de forma práctica el uso de la herramienta diseñada ex profeso.

Sesión 1. Aula. Presentación de la Unidad Didáctica, descripción de los recursos energéticos en la historia de la humanidad. Tipología y clasificación de recursos.

Sesión 2. Aula. Materiales combustibles de origen fósil (sólidos, líquidos, gas). Explicación y ejecución de ejercicios prácticos de comprensión de poder calorífico en diferentes combustibles.

Sesión 3. Aula. Desarrollo de los procesos de obtención, extracción y tratamiento de los combustibles fósiles.

Sesión 4. Aula. Explicación conceptual de la energía nuclear, reacciones de fusión, fisión, enriquecimiento del combustible nuclear y ejercicios prácticos.

Sesión 5. Aula de informática. Introducción a la herramienta didáctica de forma transversal con la exposición de la importancia en las economías mundiales del uso de los recursos energéticos y la problemática ambiental derivada de su consumo. Explicación de tipos de contaminantes derivados de cada fuente de emisión. A continuación, realizar la presentación y una breve introducción del uso para el que se ha diseñado el simulador.

Sesión 6. Aula de informática. Aquí se trata de contextualizar y profundizar a través del simulador, los conocimientos adquiridos en las sesiones precedentes tanto a nivel teórico como los ejercicios complementarios. De esta forma se puede cuantificar el consumo de diferentes combustibles fósiles y su impacto medioambiental.

Para el uso del simulador basta con seguir las instrucciones pautadas en la misma hoja de cálculo. Preferiblemente, si se puede, se debe realizar la actividad de forma individual o en grupos de dos, para un desarrollo del trabajo lo más autónomo posible en esta sesión. En la parte inferior de la herramienta se indica el enlace de la normativa del Anexo 7 aplicado en cuanto a factores de emisión de CO₂ y PCI de los combustibles que se introducen en esta, pudiendo añadir igualmente combustibles tipificados en el mismo Anexo 7. Es importante por parte del docente ayudar en la contextualización de la herramienta y su uso.

Sesión 7. Aula de informática. Una vez se han interpretado los resultados de las pruebas iniciales, modificar o añadir algún combustible al simulador y observar la variabilidad resultante. A continuación, en modo grupal, realizar un coloquio de los datos obtenidos de energía consumida, consumos equivalentes, emisiones de CO₂

derivadas y charla sobre conciencia ambiental acorde con la nueva visión o enfoque que se pueda tener gracias al uso del simulador. También es importante un análisis crítico de las aportaciones que pueda realizar el alumnado en la utilización de la herramienta para una posible mejora de la misma y en la comprensión de la Unidad Didáctica.

Sesión 8. Aula de informática. Prueba práctica. Compuesta por conocimientos declarativos, ejercicios teóricos de cálculo y tratamiento de las habilidades procedimentales desarrolladas en las dos sesiones anteriores con el uso del simulador, además de relacionar consumo-eficiencia-conciencia ambiental para un crecimiento en valores y ética.

3.7 Recursos

Tanto el diseño como el posterior uso de la herramienta se ha contemplado bajo la conciencia ecológica y ambiental, por consiguiente la lógica demanda utilizar recursos ya disponibles tanto por parte del centro como del alumnado. En cuanto a los recursos personales para este caso en particular son: la búsqueda de información y documentación mediante el marco teórico, diseño, elaboración, ejecución del simulador y la posterior explicación en el uso de la misma por parte del docente. Para llegar al objetivo pretendido en el presente TFM será necesario, el propio libro de texto de *Tecnología Industrial I* de 1º de Bachillerato, aula de informática con ordenadores que incluyan un programa de gestión de datos (hoja de cálculo) tipo Excel, conexión a Internet para el acceso a la plataforma virtual donde se encuentra alojado el simulador de emisiones de CO₂ y también para poder acceder al enlace del Anexo 7. Factores de emisión de CO₂ y PCI de los combustibles del Informe de Inventarios GEI 1990-2013, indicado en la misma herramienta. Para que la propuesta de intervención sea efectiva es importante dotar previamente al alumno de los conocimientos necesarios en recursos energéticos y de forma simultánea tratar las consecuencias ecológicas de su uso. Además, explicar de forma teórico-práctica el funcionamiento del simulador y todas sus posibilidades. Como se pretende un impacto cero en cuanto a inversión de nuevos materiales y fomentar el ahorro y la eficiencia, para poder llevar a cabo esta actividad, el coste económico será nulo, ya que en principio todo el material utilizado en este ejercicio de intervención es de uso común en la mayoría de centros escolares (libro de texto, sala de informática, programa de gestión de datos y conexión a Internet). Esta es también una buena manera de educar en valores y principios además del uso didáctico de la propia herramienta.

3.8 Evaluación

Este apartado se ha dividido en dos puntos claramente diferenciados en cuanto a la ejecución de la propuesta de intervención, debido a que ambos se deben valorar de forma independiente en base al desarrollo de la propia herramienta. No obstante la combinación positiva entre ellos, debe aportar como consecuencia un instrumento efectivo para el propósito requerido.

3.8.1 Del proceso

En la búsqueda a través del marco teórico de posibles antecedentes en el uso de herramientas didácticas parecidas a la que se ha construido, se ha comprobado durante el diseño de este simulador que es más avanzado a los localizados tanto en páginas educativas como en otras propias de las administraciones. El proceso de elaboración del simulador de emisiones de CO₂ comparándolo con los anteriormente mencionados permite constatar el grado de mejora en cuanto a información y conocimientos que puede aportar esta herramienta diseñada, no solamente para generar una lectura de la huella de carbono para con el uso de un combustible fósil específico, sino que además aporta datos concluyentes sobre consumos y emisiones equivalentes de otros combustibles con un mismo gasto energético. Asimismo, ayuda a responder cuestiones sobre qué combustible es más contaminante y en cuánto. El proceso de desarrollo de este útil ha permitido interrelacionar diferentes libros de texto de *Tecnología Industrial I*, artículos de opinión, herramientas didácticas, publicaciones de carácter científico acorde con la problemática del calentamiento global, directrices, normativas, informes e inventarios sobre factores de emisión y poderes caloríficos, que todos ellos han permitido cimentar las bases para la concreción final de una herramienta didáctica específica en este campo, en concreto de la tecnología.

3.8.2 De los resultados

Una vez implementada la herramienta en el aula es importante poder valorar la eficiencia de la misma mediante un instrumento indicador del grado de aceptación, comprensión y mejora en la adquisición de los conocimientos pretendidos con la utilización del simulador. Para ello se debe preparar un cuestionario sobre los

conocimientos declarativos adquiridos de la Unidad Didáctica *Recursos energéticos*, capacidades contaminantes de los combustibles fósiles de origen sólido, líquido o gas, poderes caloríficos de los mismos y consumos equivalentes, todo ello antes de la explicación y uso del simulador.

A continuación, plantear en el aula la utilización de la herramienta didáctica, complementando únicamente información sobre los factores de emisión y el anexo correspondiente, mediante las directrices pautadas en la propia hoja de cálculo. Efectuar el ejercicio con diferentes combustibles. Finalmente, repetir el mismo cuestionario y verificar las posibles mejoras en cuanto a comprensión de la materia y consecución de los objetivos marcados con el diseño del simulador en esta propuesta de intervención del presente TFM.

3.9 Resultados previstos

Dotar al alumnado de saber ayuda al ejercicio del aprendizaje autónomo y colaborativo para un avance continuo a través de la búsqueda, indagación, espíritu de mejora, capacidad de análisis, evolución y crecimiento como persona.

Esta expresión define perfectamente qué se pretende con el uso del simulador de emisiones de CO₂.

Es muy importante implementar en las clases, ejemplos o ejercicios externos a los específicos pautados en los libros de texto habituales, para que quien los recibe (alumnado) sea consciente de las diferentes posibilidades de llegar a conseguir unos objetivos a través de diferentes caminos.

El uso de la herramienta didáctica está enfocado para que el receptor no sea un simple observador sino que él mismo sea el personaje principal y utilice un aparato tecnológico con el que poder evaluar los efectos de sus decisiones.

En base al trípode sobre el que se sustenta la didáctica general, con el uso de este simulador se esperan los resultados que se exponen a continuación:

Conocimientos declarativos: aumento de conocimientos en referencia a factores de emisión, potencial contaminante, consumos equivalentes, normativas, tablas de referencia, administraciones específicas en este campo. Todo ello conlleva a la mejora en la comprensión de los mismos. Es decir, no solamente es sumar conocimientos sino que se pretende llegar a discernir todo su contenido.

Habilidades procedimentales: saber tratar los datos resultantes con análisis crítico, usar la hoja de cálculo como una herramienta TIC y las posibilidades de manipulación con otros combustibles, búsqueda de los parámetros correspondientes a implementar en el simulador en caso de comparativas aleatorias con otros recursos energéticos, dar a conocer las posibilidades de los programas de gestión de datos en tratamiento de información, aprender a usar dichos programas.

Valores: interaccionar entre compañeros a través de coloquios sobre impacto ambiental, conciencia ecológica, ética y moral.

Definitivamente, con el uso del simulador se espera una mejora integral del alumno en el campo referente a los conocimientos de los sistemas energéticos, porque aunque está planificada para la Unidad Didáctica *Recursos energéticos*, también se puede implementar con los datos energéticos de la Unidad Didáctica *Energías alternativas*, pudiendo aportar al simulador combustibles tipo biomasa o biodiesel a modo de ejemplo comparativo.

4. Discusión

En este apartado se refleja de forma comparativa la propuesta de intervención diseñada con los diferentes tipos de herramientas expuestas y referenciadas en el mismo marco teórico.

Se han localizado simuladores específicos para la tarea didáctica como pueden ser *breathingearth*, *Climate Kids*, *Climate Time Machine*, *Mida su huella de carbono*, *Alerta CO₂* y también una página web del Gobierno de Aragón a través de Cámara Zaragoza con un calculador de emisiones totales de CO₂ por combustible.

Se ha constatado y comentado de forma individual en el marco teórico que todos ellos aportan datos, desde la cantidad de emisiones de CO₂ totales globales hasta las mismas de forma puntual pudiendo introducir datos de consumo, pero que no son comparativos para reflejar la diferencia del poder contaminante de cada combustible fósil.

La mayor aproximación referenciada en el marco teórico respecto al diseño de la propuesta de intervención del TFM es el *Calculador de emisiones* propiedad del Gobierno de Aragón, que permite introducir datos de consumo de combustible para dar resultados de las emisiones de CO₂ equivalentes, pero no está diseñada para aportar información sobre energía total consumida, consumos equivalentes y emisiones de CO₂ equivalentes entre los distintos combustibles para el mismo consumo energético y tampoco incluye explicaciones de utilización.

Para concebir una herramienta efectiva se han integrado contenidos de carácter didáctico presente en los simuladores específicos ya comentados, como puede ser pautar a modo de instrucciones el orden y las tareas a realizar.

El resultado final es un simulador de emisiones de CO₂ de fácil empleo, cargado de componentes didácticos como son los conocimientos declarativos, habilidades procedimentales y educación en valores, creado a través de una herramienta TIC, de acceso compartido mediante un enlace web, actualizable y con una clara aportación hacia la concienciación ecológica.

De este desenlace, de nuevo se puede utilizar la expresión “innovar para educar” y a la vez esta se puede reconvertir en “educar para innovar”, con este matiz se pretende fomentar a través de la educación el espíritu constructivo, renovador, crítico y de descubrimiento por parte del alumno. Este simulador educa apoyándose en los libros de texto específicos de la asignatura *Tecnología Industrial I*, a la vez que mejora sus capacidades y competencias en el tratamiento de la información, los contenidos transversales, la interacción con el mundo físico y su autonomía e iniciativa personal.

5. Conclusiones

Durante la elaboración del presente TFM se ha planteado la cuestión de la posible confección de una herramienta didáctica complementaria para una mejora en la comprensión de la Unidad Didáctica *Recursos energéticos*, en la asignatura *Tecnología Industrial I* para 1º de Bachillerato. Llegar a conseguir el objetivo principal del trabajo implica la concreción de unos objetivos específicos como son integrar correctamente conocimientos, habilidades y actitudes, además de dotar al alumno de mayores capacidades para afrontar el ejercicio de sus tareas en el ámbito educativo y en su vida social.

Para conseguir los objetivos pretendidos en el TFM, estos se deben sustentar con una propuesta de diseño de intervención acorde a las necesidades y dotada también de un objetivo general y los específicos correspondientes.

Con la propuesta se consigue saber diferenciar perfectamente el poder contaminante de cada combustible como principal objetivo ya que en ella aparecen resultados numéricos comparativos de dichos combustibles.

Además, esta herramienta dota de conciencia ecológica porque aporta datos de contaminación y consumos, relaciona poderes caloríficos y consumos energéticos que son necesarios para la construcción del simulador, capacita para el uso de la herramienta TIC tanto en modo usuario como de programación mediante unas instrucciones y material digital complementario, habilita al alumno para decidir porque le permite cambiar recursos energéticos y observar los efectos de sus actuaciones, establece mecanismos de mejora ambiental porque puede utilizar otro tipo de combustible con menor o nulo impacto en cuanto a emisiones de CO₂, todos ellos como objetivos específicos.

De esta forma se crea una pirámide de conocimiento sustentada desde la base por diferentes objetivos concretos hasta la cima presidida por el objetivo más general.

Es fundamental tratar de forma transversal los conocimientos aportados por el simulador de emisiones de CO₂, tanto desde una visión ecológica, económica como tecnológica. Además de utilizarse como puente de encuentro de visiones y opiniones derivadas de su uso. Toma especial relevancia la necesidad de que la propia herramienta debe ser actualizada periódicamente, ello permite al usuario ser parte activa en este proceso además de informarse y reciclarse en cuanto a normativas se refiere. De esta forma se genera una sinergia entre el saber y el aprender.

6. Limitaciones y prospectiva

Para dar cabida al mayor grupo posible de alumnado y profesorado en el beneficio del uso de esta herramienta, se ha instalado la hoja de cálculo (protegida) en la plataforma dropbox y se permite el uso compartido mediante el enlace indicado en el apartado 3.4. Propuesta de intervención del presente TFM (p. 21). Constatar que el uso del simulador de emisiones de CO₂ es totalmente público, reservándose el derecho de autoría a la persona que ha elaborado dicha herramienta. Al estar bloqueada para preservar la integridad de la misma, el uso se limita a los combustibles introducidos en la tabla, para modificar combustibles se debe crear una nueva hoja de cálculo siguiendo las premisas de la original. Es importante reseñar que tanto los factores de emisión de CO₂ como los poderes caloríficos pueden sufrir cambios de un periodo a otro. Por lo tanto, se debe actualizar anualmente el Informe de Inventarios del GEI. En el simulador que se presenta para este TFM se han cargado en la matriz los parámetros correspondientes al último informe fechado en octubre de 2015 y que además se incluye en el apartado de anexos.

Puede ser interesante comparar el nivel de comprensión de la Unidad Didáctica en alumnos que hayan usado el simulador con otros que no dispongan de dicha herramienta. Para ello es necesario tener dos grupos-clase o hacer una comparativa entre centros, aún así en la primera propuesta si se diese el caso, sería recomendable a posteriori del estudio comparativo igualar el nivel de conocimientos impartidos para proporcionarles las mismas oportunidades de logro.

Dotar a las personas de conocimiento es un bien a nivel personal, social, laboral y de desarrollo, aunque quien recibe este saber debe actuar también en base a su formación en valores y ética. El conocimiento mal empleado repercute de forma antieducativa. Esta última frase toma mucho peso desde el inicio del TFM debido a que en el transcurso de la investigación, para la concreción del marco teórico, una de las limitaciones más importantes encontradas ha sido el descubrir fuentes realmente relevantes, actuales y de prestigio, porque el uso indiscriminado de localización de fuentes a través de Internet deriva en hallar documentación con poco peso académico o simplemente equivocada. Por este motivo se ha ampliado la búsqueda en bibliotecas y sus áreas dedicadas específicamente a las Ciencias Ambientales, Tecnología e incluso Meteorología.

También, es muy importante entender para qué está pensado el uso de este simulador. No se puede usar esta herramienta estrictamente para una estimación económica en cuanto a costes de materia prima y costes por déficit de emisiones de

CO₂. La esencia de su empleo reside en la conciencia ambiental y las repercusiones negativas producidas por el exceso en la quema de combustibles fósiles, por lo tanto el uso de este simulador está pensado para conocer las repercusiones medioambientales y actuar con criterio y conciencia ecológica. Si la concreción inicial de esta herramienta es positiva, se puede ampliar hacia diferentes variables como pueden ser, añadir otros combustibles fósiles de los diferentes sectores industriales. De esta forma, el alumno sabe perfectamente en cómo y en cuánto repercute el uso de un combustible u otro.

Además, se puede implementar la herramienta con combustibles que no sean de origen fósil, tipo biomasa y sus diferentes formatos (astilla y pellets) aceites vegetales, cáscaras de almendra o etanol como algunos ejemplos con grandes diferencias calóricas entre ellos pero con menos emisiones de CO₂ a la atmósfera, ya que se contemplan como compensadas durante la vida de la especie vegetal. Si se aplica, al instante se puede observar el diferencial contaminante entre un recurso u otro, con la equivalencia energética correspondiente, de esta manera se sabe la cantidad de materia prima en una forma de combustible u otra necesaria para la misma actividad doméstica o industrial.

De esta forma se pueden unir transversalmente los conocimientos y contenidos de la Unidad Didáctica *Recursos energéticos*, comparando los combustibles fósiles con los recursos sin impacto ambiental en forma de emisiones de CO₂.

Finalmente puede ser interesante, gracias al trabajo de investigación en el ejercicio docente, traspasar esta herramienta hacia el ámbito de las administraciones para hacer estudios de viabilidad, rendimiento y mejora ambiental, asimismo poder darle un uso industrial para la tan pretendida reducción de emisiones de CO₂ objeto de los gobiernos.

7. Referencias Bibliográficas

Cámara Zaragoza (s.f.). *EACCEL (Estrategia Cambio Climático y Energías Limpias) Calculador de emisiones (formato Excel)*. Recuperado el 22 de abril de 2016 de <http://www.camarazaragoza.com/productos/eaccel-secretaria-tecnica/>

Decisión de la Comisión de 18 de julio de 2007, *por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*. Diario Oficial de la Unión Europea, de 31 de agosto de 2007. Recuperado el 18 de abril de 2016 de http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/2007_589_ce_tcm7-12503.pdf

Decreto 142/2008, de 15 de julio, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas en el bachillerato*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5183, de 29 de julio de 2008

Didactalia (s.f.). *Breathing Earth, un simulador de impacto climático (emisiones de CO₂ vs natalidad y mortalidad)*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de <https://didactalia.net/ca/comunitat/materialeducativo/recurs/breathing-earth-un-simulador-de-impacto-climatico/faf4a910-57f9-4680-beco-31cof22of73c>

Escorihuela, J., González, R., Murgui, M., y Vinagre, J., (2008). Unidad 2: Fuentes de energía no renovables. *Tecnología industrial 1º Bachillerato* (pp. 22-52). Barcelona: Grupo edebé

España, Informe Inventarios GEI 1990-2013 (2015). *Anexo 7. Factores de emisión de CO₂ y PCI de los combustibles*. Recuperado el 18 de abril de 2016 de http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/201510_anexo7_feco2ypcicomcombustibles__tcm7-395047.pdf

Gore, A. (2007). *Una verdad incómoda*. Barcelona: Edicions 62

Isan, A. (2015). *Principales fuentes de emisión de CO₂*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de <http://www.ecologiaverde.com/principales-fuentes-emision/>

Joseph, J., Hoyos, R., Garravé, J., Garófano, F., y Vila, F. (2008). Unidad 1: Los recursos energéticos. *Tecnología Industrial 1º Bachillerato* (pp. 25-50). Madrid: McGraw-Hill

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, *para la mejora de la calidad educativa*. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España (s.f.). *Valores caloríficos netos y factores de emisiones de gases de efecto invernadero remitido a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 18 de abril de 2016 de http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/el-comercio-de-derechos-de-emision-en-espana/seguimiento-y-verificacion-de-las-emisiones/val_cal_net_inv_nac_emi.aspx

Noticias de uso didáctico (2013). *Alerta CO₂, juego didáctico para combatir el exceso de CO₂*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de <http://www.noticiasusodidactico.com/blog/2013/05/alerta-co2-juego-didactico-para-combatir-el-exceso-de-co2/>

Quereda, J., Montón, E., Escrig, J., Gil, A., Olcina, J., Rico, A. (2001). *Nuestro porvenir climático: ¿Un escenario en aridez?*. Castellón de la Plana: Publicaciones de la Universidad Jaume I

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015

Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, *por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Boletín Oficial del Estado, 266, de 6 de noviembre de 2007

Rejón, R., (2015, 23 de noviembre). Las emisiones de CO₂ vuelven a subir en España por primera vez desde la crisis. *El diario.es*. Recuperado el 4 de abril de 2016 de http://www.eldiario.es/sociedad/Espana-aumenta-emisiones-invernadero-Europa_o_455305070.html

Rivera, A. (2000). *El cambio climático: el calentamiento de la Tierra*. Santa Perpetua de Mogoda: Debate, S. A.

Spryke (s.f.). *breathingearth*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de <http://www.breathingearth.net/>

Torres, F. (2012). *Simulación de CO₂ de todos los países de la Tierra*. Recuperado de <https://www.veoverde.com/2012/10/simulacion-de-las-emisiones-de-co2-de-todos-los-paises-de-la-tierra/>

8. Bibliografía

España, Informe inventarios GEI 1990-2012 (2014). *Anexo 8. Factores de emisión de CO₂ y PCI de los combustibles*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/comerc_de_drets_demissio/procediment_per_al_tramit_dautoritzacio/factors_demissio/documents/Anexo_8_Inventario_GEI_Espana_1990_2012_Ed_Abril_2014_tcm7-350473.pdf

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España (s.f.). *Registro Nacional de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (RENADE)*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de <http://www.renade.es/esp/Home.aspx>

Ministerio de Industria, Energía y Minería (s.f.). *Programa de cálculo de emisiones*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de http://www.dne.gub.uy/tramites-y-servicios/herramientas-y-simuladores/-/asset_publisher/KW9YcUZsSp6L/content/programa-de-calculo-de-emisiones

Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Centro Español de Metrología (2013). *Informe de gases de efecto invernadero (GEI) en 2013*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de http://www.cem.es/sites/default/files/huella_de_carbono_en_el_cem_2013.pdf

National Geographic (Productora) y Poseck, E. (Directora). (2009). *Cambio climático en España* [Documental] Estados Unidos: Fox International Channels España S.L.U.

Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. Boletín Oficial del Estado, 77, de 29 de marzo de 2014. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-3379

Sordo, J. (s.f.). *CO₂ y el cambio climático*. Recuperado el 26 de febrero de 2016 de <http://www.homohominisacrares.net/sec/ecologia/co2/co2.htm>

9. Anexos

9.1 Anexo 1

El presente documento incluye los datos de factores emisión y poderes caloríficos de diferentes combustibles entre los que se encuentran también los utilizados en el diseño del simulador de emisiones de CO₂.

España, Informe Inventarios GEI 1990-2013 (Octubre 2015).

A7.1

ANEXO 7.- FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ Y PCI DE LOS COMBUSTIBLES

En este anexo se presenta la información, por defecto, que sobre factores de emisión de CO₂ y poderes caloríficos inferiores (PCI) de los combustibles, se han considerado para el año 2013 en la edición 1990-2013 del Inventario cuando no se disponía de información específica más detallada.

Tabla A7.1.- Factores de emisión de CO₂ y poderes caloríficos por defecto para el inventario 3

Combustible	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ) (sin factor de oxidación)	Factor de oxidación	Factor de emisión de CO ₂ (tCO ₂ /TJ) incluye factor de oxidación	Poder Calorífico Inferior (PCI)	
				GJ _{PCI} /Unidad	Unidad
Gas natural (1) (2)	56,3	0,995	56	38,38	miles m ³ N
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18	toneladas
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4	toneladas
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5	toneladas
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2	toneladas
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78	toneladas

(1) El PCI también se puede expresar en relación a la masa, siendo su valor de 48,28 GJ / tonelada

(2) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

Tabla A7.2.- Sector: Siderurgia

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Antracita (2)	98,3	0,98	96,3	30,26
Carbón coquizable (2)	93,7	0,98	91,8	28,4
Coque (3)	112,9	0,98	110,6	26,55
Coque de petróleo	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (4)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (5) (6)	56,3	0,995	56	48,28
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78
Gas de coquería (7)	-	0,995	-	-
Gas de horno alto (7)	-	0,995	-	-
Gas de acería (LD) (7)	-	0,995	-	-
Gas de refinería (8)	54,4	0,995	54,1	48,3

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Valores variables dependiendo de las características. Se ha mantenido el valor utilizado en 2002

(3) Valores medios obtenidos del análisis de GFPs del Inventario del año 2011 (siderurgia integral)

(4) La limitación del porcentaje de azufre según el RD 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(5) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(6) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

(7) Valores específicos de planta y año

(8) Valor calculado en base a información disponible de refinerías suministradoras.

Tabla A7.3.- Sector: Cemento

Combustible (6)	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Carbón nacional	101,4	0,98	99,42	23,12
Carbón de importación	103,1	0,98	101	25,53
Coque de petróleo	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,28
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78
Neumáticos (5)	60,7	0,98	59,483	31,57
Serrín impregnado (5)	55,05	0,98	53,95	13,13
Aceites usados	73,7	0,99	73	40,19
Disolventes	83,8	0,99	83	33,27

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

(5) Los factores de emisión que se muestran están referidos a la fracción fósil de carbono contenida en el combustible

(6) Para otro tipo de combustibles utilizados en este sector, se considerarán valores específicos a nivel de planta.

Tabla A7.4.- Sector: Cal

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Antracita	100,3	0,98	98,3	28,646
Coque siderúrgico	107	0,98	105	28,2
Coque de petróleo	101,8	0,99	100,76	35,564
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,28
Aceites usados	73	0,99	72,27	40,2

Los valores indicados en la tabla anterior son valores por defecto cuando no se disponga de información específica del combustible referente a poder calorífico inferior (PCI) o contenido de carbono del combustible.

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

Tabla A7.5.- Sector: Vidrio

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Coque metalúrgico (2)	107	0,98	105	28,2
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	48,28
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Estos valores deberán ser revisados a la luz de información específica de las plantas del sector.

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

Tabla A7.6.- Sector: Fritas de vidrio

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,28
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

Tabla A7.7.- Sector: Ladrillos y tejas

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Coque de petróleo (2)	99,3	0,99	98,3	32,5
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	48,28

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Estos datos se han tomado de valores medios obtenidos a partir de información facilitada por OFICEMEN, principal sector consumidor de este combustible

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

Tabla A7.8.- Sector: Azulejos y baldosas

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Fuelóleo (2)	76,8	0,99	76	40,18
Gas natural (3) (4)	56,3	0,995	56	48,28
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(3) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(4) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901

Tabla A7.9.- Sector: Pasta de papel, papel y cartoncillo

Combustible	Factor de emisión bruto (1) (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	Factor de oxidación	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJ _{PCI})	PCI (GJ/t)
Hulla y antracita (2)	-	-	-	-
Lignito negro (2)	-	-	-	-
Coque de petróleo (2)	-	-	-	-
Fuelóleo (3)	76,8	0,99	76	40,18
Gasóleo	73,7	0,99	73	42,4
Gas natural (4) (5)	56,3	0,995	56	48,28
GLP genérico	65,7	0,99	65	45,5
Propano	64,2	0,99	63,6	46,2
Butano	66,9	0,99	66,2	44,78

(1) Factor de emisión sin la aplicación del factor de oxidación

(2) Valores específicos correspondientes a los centros de fabricación que utilizan estos combustibles

(3) La limitación del porcentaje de azufre según el R.D. 287/2001, motiva que ya no se distinga entre los fuelóleos BIA, N° 1 y N° 2

(4) El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 38,38 GJ / miles m³N

(5) Para el paso de PCS a PCI en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901