

TRADUCCIÓN PARA SUBTITULACIÓN DE UN DOCUMENTAL DEL ACCIDENTE NUCLEAR DE FUKUSHIMA

Adela Muñoz-Reja Ruiz

Auba Llompart Pons

Trabajo final de grado

Grado en Traducción, Interpretación y Lenguas Aplicadas, Grupo 57

Universitat Oberta de Catalunya,

Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya

Diciembre de 2020

Contenido

Resumen	3
<i>Abstract</i>	3
1 Introducción	4
2 Fundamentos teóricos	5
2.1 La traducción científico-técnica especializada	6
2.2 La traducción audiovisual científico-técnica.....	10
2.3 La subtitulación de productos audiovisuales científico-técnicos	12
3 Aplicación práctica.....	13
3.1 Transcripción del documental.....	14
3.2 Proceso de traducción del documental.....	18
3.3 Traducción del documental	21
3.4 Selección del programa de subtitulación	26
3.5 Adaptación para la subtitulación.....	26
3.6 Comentarios sobre la adaptación.....	43
4 Conclusiones	44
5 Bibliografía.....	45

Resumen

La producción de textos de temática científico-técnica en los últimos años ha experimentado un importante aumento en la cantidad de trabajos publicados. Este hecho se debe, entre otros motivos, a la creciente importancia de las TIC a la hora de dar a conocer los avances en este campo a la comunidad científica internacional.

El indiscutible uso del inglés como lengua vehicular de la ciencia ha generado la necesidad de traducir los textos, tanto desde la lengua origen al inglés, como desde esta hacia cualquiera de las lenguas maternas de los investigadores, y de contar con profesionales de la traducción capacitados. La buena preparación del traductor, la sistematicidad de su trabajo y el buen conocimiento y manejo de todas las herramientas a su disposición, así como los nuevos formatos utilizados para la difusión de los conocimientos científicos, son fundamentales a la hora de afrontar este reto.

Abstract

Lately, the production of scientific-technical texts has experienced a significant increase in the number of published works. Among other reasons, this could be the result of the growing importance of ICTs to communicate to the international scientific community the studies or the outcomes in scientific research.

The unquestionable use of English as the language of science has generated the need to translate texts, both from the source language to English and from English to any of the mother tongues of researchers, for what it is essential to rely in professional translators. Being systematic and methodical, having a good knowledge and handling of all the available tools, as well as an expert managing of the new formats used in the dissemination of scientific knowledge, are fundamental skills in a translator when facing this challenge.

Palabras clave: Traducción, subtitulación, textos científico-técnicos, metodología, herramientas de traducción.

Key words: Translation, subtitling, scientific and technical texts, methodology, translation tools.

1 Introducción

La traducción científico-técnica, y en particular la traducción médica, siempre ha sido el objetivo de mis estudios debido a mi experiencia profesional en el campo de las emergencias sanitarias. El contacto continuo con textos y documentos audiovisuales de temática sanitaria y técnica especializada, tanto en inglés como en español, me ha ofrecido una visión bastante clara acerca de la predominancia del uso de la lengua inglesa en los materiales escritos y gráficos publicados.

Este fue el caso de la documentación a la que tuve acceso por un curso de intervención sanitaria en catástrofes naturales, en el que se estudiaba, entre otros temas, las consecuencias que tiene sobre la salud de la población un escape radiactivo. Dada la cercanía temporal de la catástrofe producida por el terremoto, posterior tsunami y, finalmente, el accidente de la central de Fukushima en la isla de Honshu, en Japón, tuve la oportunidad de acceder a una serie de documentos sobre varios de los temas tratados en el curso, entre los que se encontraba el documental que he elegido para su subtitulación.

Este documental fue realizado por el Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – IRSN francés y publicado en su canal de Youtube en marzo de 2012 en su versión francesa y, posteriormente en junio de 2012, en la versión en inglés. Fue esta última versión la elegida como parte de la documentación facilitada para el curso.

El hecho de que el inglés sea la lengua vehicular de la ciencia, dato que demuestran numerosos estudios como los aportados y comentados por Niño-Puello (2013), obliga en cierta manera a que los profesionales tengan un buen conocimiento de esta lengua y sepan desenvolverse en ella para su desarrollo profesional.

Sin embargo, en algunos campos como la energía nuclear, la cual trato en este trabajo, las investigaciones y la documentación de interés para todos los científicos de esta comunidad científica se traducen a varios idiomas para mayor difusión. Algunos organismos internacionales como la International Atomic Energy Agency publica su página web oficial, en la que se incluyen documentos diversos de interés, en varios idiomas y dispone de traductores profesionales para tal labor. Asimismo, debido al interés por el desarrollo socioeconómico de los países de habla hispana, existe un incremento de las publicaciones de ciencia y tecnología en español y, más en concreto, de las de resultados de investigaciones para la comunidad científica internacional (Plaza et al. 2017), aunque por debajo de lo que puede considerarse significativo. Este interés

por impulsar la lengua española en el campo de la ciencia y la necesidad que conlleva de obtener referencias documentales en esta lengua para su consecución pueden ser motivos de peso para la traducción de textos especializados del inglés al español. El conocimiento de estos datos y las dificultades que encontré en su día para poder comprender este documental forman parte de los motivos que me han llevado a la traducción de este documental científico.

Además, con la traducción de este video he visto la oportunidad de poner a prueba mi capacidad traductológica en una temática con la que he tenido muy poco contacto. Mediante la traducción y posterior subtitulación de este documental quiero analizar, en primer lugar, si la metodología que manejo habitualmente para la traducción de textos médicos, la que Amal Jammal propone en su artículo de 1999 «Une méthodologie de la traduction médicale», puede aplicarse a la traducción de otros textos científicos y, posteriormente, si la modalidad de subtitulación se ajusta a las necesidades para la difusión de documentos audiovisuales de temática especializada.

El proceso que he seguido incluye la búsqueda de materiales especializados de temática nuclear en español para la documentación previa y traducción final del documental. Además, me he centrado en las instituciones oficiales que regulan la energía nuclear en España y otros países y he buscado las publicaciones de temática especializada producida por estas para la comunidad científica internacional además de analizar las características idiomáticas que presentan.

Las técnicas de traducción que he utilizado se ajustan a la clasificación de Hurtado y Molina (2002), y para el subtítulo me he servido del editor de subtítulos de código abierto Subtitle Edit.

2 Fundamentos teóricos

La práctica traductológica se remonta a miles de años atrás. Desde las antiguas sociedades de Oriente Medio que utilizaban tablas de pizarra para descifrar símbolos de lenguas semíticas (2500 a. C.), civilizaciones como los egipcios o los de la antigua Mesopotamia, pasando por las traducciones del hebreo al griego en el siglo tercero a. C., o las de traductores romanos como Cicerón en el siglo segundo a. C., los pueblos han necesitado comunicarse para todo tipo de intercambios comerciales, sociales o culturales, por lo que la práctica de la traducción lleva milenios presente en nuestras sociedades.

Con respecto a la traducción científico-técnica, en el siglo noveno de nuestra era surgió un movimiento traductológico que se centró en la traducción de textos científicos del griego al árabe y, posteriormente, otro en la Edad Media cuyas traducciones fueron del árabe al latín, movimientos que permitieron un avance en el conocimiento científico. Estas preferencias de traducción muestran las lenguas que se estimaban cultas o pertenecientes al poder en esas épocas. En siglos posteriores en Europa, la tendencia de producción científica pasó a ser en las lenguas vernáculas de cada país por lo que los conocimientos eran menos accesibles. A mediados del siglo XVIII surgieron varios proyectos de traducción de textos en diversas lenguas europeas al francés y, poco a poco, el latín dejó de ser la lengua de preferencia de la ciencia.

A partir de ahí y hasta comienzos del siglo XX, el francés, el alemán y el inglés fueron las lenguas utilizadas para la producción científica, todas ellas traducidas al español como fuente de conocimiento de la ciencia. Después, poco a poco el inglés se convirtió en la lengua de la ciencia y, actualmente, abarca el 98 % de las publicaciones científico-técnicas. El español ocupa el segundo lugar, según datos del anuario sobre «El español en el mundo» de 2020 del Instituto Cervantes, aunque, en la actualidad, como ya se ha comentado, se persigue la difusión de la ciencia en esta lengua para la comunidad científica hispanohablante, por lo que la traducción desde el inglés al español de textos científicos es una tendencia en auge.

2.1 La traducción científico-técnica especializada

Cuando se habla de textos científico-técnicos, se habla de una variedad muy extensa de temas que se pueden encuadrar en esta tipología, que a su vez pueden tratar aspectos diferentes encuadrados dentro de cada especialidad. Se podría decir, pues, que debería haber tantas especializaciones de traducción como tipos de textos incluidos en este conjunto tan amplio.

Sin embargo, todos ellos comparten una serie de rasgos que hacen que puedan tratarse de una manera homogénea, aunque con sus matices diferenciadores. Entre ellos se pueden destacar el que el autor sea un especialista o que la estructura del texto respete una serie de convencionalismos establecidos. Pero si existen dos rasgos diferenciadores por excelencia que los marcan estos son la temática, la cual debe pertenecer a una de las ramas de la ciencia, y la terminología especializada.

A la vista de esto, se puede afirmar que un profesional de la traducción especializado en este tipo de textos necesita dominar una serie de habilidades que le permitan desenvolverse con soltura en un campo tan amplio.

Por un lado, el traductor debe conocer las características propias de los textos científicos tanto de la lengua origen como de la lengua meta para poder trasladar eficazmente la información que se pretende transmitir. El resultado debe ajustarse totalmente a estas, en tanto que el lenguaje utilizado debe respetar la precisión, la claridad, la neutralidad y la economía que los define, por lo que es fundamental estar familiarizado con las convenciones científicas, las formaciones de léxico tanto en la lengua origen como en la lengua meta, las equivalencias de acrónimos y siglas, y, cómo no, la estructuración del discurso científico en cada uno de los diferentes textos que se producen dentro de esta especialidad.

Por otro lado, el reto al que se enfrenta un traductor ante un texto especializado y que quizá más le preocupa es la presencia de terminología. Sin embargo, según Newmark (1987), aunque la terminología sea el elemento distintivo de los textos técnicos, únicamente entre el 5 y el 10 % del léxico utilizado pertenece a esta clase; el resto se compone de lo que podría denominarse «lenguaje normal». Una cita que ilustra perfectamente la realidad de los textos científico-técnicos especializados y que apoya esa relativa preocupación es la que hace Gutiérrez (2005) en su obra «El lenguaje de las ciencias»:

(...) es imposible aprender una ciencia sin conocer el lenguaje en el que esa ciencia se expresa y sin saber interpretar correctamente su discurso. (...) Por otro lado, resulta que el lenguaje común puede interferir en el aprendizaje del conocimiento especializado, dada la existencia de palabras en ese lenguaje aparentemente similares a algunos tecnicismos — porque formalmente son iguales—, pero que no coinciden en sus significados. (p.10)

Por este motivo y debido a la amplitud de temas que puede abarcar la especialidad científico-técnica, el traductor debe contar con un gran conocimiento de la metodología, de las técnicas y de las herramientas de traducción adecuadas para poder afrontar los encargos que acepte realizar.

Con respecto a la metodología, si bien cada traductor seguirá unos pasos dependiendo de su experiencia, hay una serie de pautas que suelen seguirse secuencialmente para abordar una traducción científico-técnica. Amal Jammal (1999) propone una metodología que ayuda a salvar los problemas que puede encontrar el traductor de

textos médicos especializados y que bien podría aplicarse a textos especializados de otras temáticas:

- En primer lugar debería realizarse la descodificación del texto a través de la búsqueda de documentación relativa al tema del que trata el texto, la localización de estructuras léxicas y gramaticales que puedan producir confusiones a la hora de traducirlas y la detección de la terminología propia: siglas y acrónimos, abreviaciones y otros elementos susceptibles de ser traducidos o interpretados.
- A continuación vendría la transcodificación o reinterpretación del texto atendiendo a las características que debe presentar en la versión de la lengua meta, como por ejemplo el registro, que en los textos científico-técnicos especializados sería formal y el léxico utilizado en español diferiría en esa formalidad con respecto de los textos en inglés en los que, sobre todo en los de temática médica, es frecuente encontrar un lenguaje más coloquial (Navarro, 2006). También habría que prestar mucha atención a los vocablos y estructuras gramaticales de manera que no se caiga en errores comunes de traducción como pueden ser los calcos, falsos amigos, uso erróneo de epónimos o el uso de formas verbales más características de la lengua origen que de la lengua meta, entre otros.
- Como último paso estaría la redacción final del documento en la que se tendrán en cuenta todas las peculiaridades que se han detectado en la fase de transcodificación y que plasmará, adecuadamente, la información que ha aportado la descodificación del texto origen, de forma que el resultado sea un texto, según define Jammal (1999) «...avec tout ce qu'elle implique d'exigence de clarté, de logique, de style et d'élégance dans l'expression de la pensée.» (p.236)

Con respecto a las técnicas, estas se refieren a los diferentes tipos de procesos utilizados para realizar la transferencia lingüística de un texto origen a un texto meta. Existen diferentes clasificaciones o denominaciones de técnicas de traducción y cada traductor seleccionará aquellas que se adapten mejor a la lengua meta para conseguir la claridad mencionada en el comentario de Jammal. La clasificación que Hurtado y Molina (2002) aportan en su artículo «Translation Techniques Revisited: A Dynamic and Functionalist Approach» recoge un amplio número de técnicas nominadas en función de su relación con el texto original, de las cuales el traductor puede seleccionar las necesarias para conseguir una equivalencia adecuada a las características del texto

meta. La aplicación de estas afectará al resultado de la traducción ya que tienen como características que son funcionales, esto es, tienen una naturaleza eminentemente práctica, tienen naturaleza discursiva y contextual, y funcionan a nivel de micro unidades textuales.

En lo referente a las herramientas de traducción, en la actualidad estas tienen un componente tecnológico muy marcado. Si bien existen recursos en formato físico que continúan usándose por su utilidad y que no han sido digitalizados, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han adoptado un papel hegemónico en el mundo de la traducción y la mayor parte de los recursos utilizados por el traductor profesional tienen formato digital.

Entre las herramientas del traductor destacan las de consulta y referencia necesarias para la localización y esclarecimiento de palabras. Existe un amplio abanico de estas disponibles en línea como son: diccionarios tanto de ámbito general como especializado, monolingües, bilingües o multilingües; gramáticas; recursos especializados en abreviaturas, siglas y acrónimos; herramientas contextuales que proporcionan los usos de las palabras en contexto como son los diccionarios contextuales, los corpus lingüísticos o los textos paralelos; o glosarios y bases de datos terminológicas. También se deben mencionar las consultas directas a profesionales o a través de foros de traducción y científicos para la aclaración de dudas

Para la documentación y profundización sobre los temas tratados en los textos, el traductor debe realizar una búsqueda de los materiales adecuados, por lo que la localización y selección de estos es fundamental para su trabajo. Por ello, debe dominar las herramientas informáticas que facilitan esa búsqueda, como son los motores de búsqueda, y desarrollar las estrategias necesarias para delimitarla al máximo de manera que sea efectiva.

Además, aunque en la actualidad se considera primordial e imprescindible su conocimiento y manejo en el mercado de la traducción profesional, se deben mencionar: las herramientas TAO de traducción asistida por ordenador, también llamadas CAT por su denominación en inglés; los motores de traducción automática; las herramientas de localización de software; o las de control de calidad como son los correctores ortográficos o gramaticales.

Por último hay que señalar que, a pesar de todas las herramientas de que dispone el traductor, en la traducción de terminología este se encuentra con algunos problemas en

los textos especializados como son los neologismos, para los cuales deberá hacer una búsqueda exhaustiva de validación o tomar decisiones como utilizar calcos o préstamos, los acrónimos y siglas, las abreviaturas, las denominadas *collocations* o los epónimos. Toda esta terminología requiere de una especial atención, de hecho, hay estudios que estiman que el tiempo que un traductor invierte en la búsqueda de traducciones válidas de la terminología supone un 40% del tiempo dedicado a la traducción del texto completo, según Franquesa (2002). La preparación del traductor, su habilidad en el manejo de las herramientas a su alcance y la facilidad de acceso a fuentes fiables es fundamental para la eficaz realización de su trabajo.

2.2 La traducción audiovisual científico-técnica

Como ya se ha comentado, la traducción es una disciplina con un gran recorrido histórico y ha sido esencial en el desarrollo de las civilizaciones. El hecho de que la traducción audiovisual haya surgido hace relativamente poco tiempo, sin embargo, no quiere decir que no llegue a tener la misma importancia o influencia en la sociedad actual. Todo lo contrario, la aparición de las nuevas tecnologías y la evolución de la sociedad debido al uso de estas han facilitado que, de acuerdo con Ogea (2015), esta modalidad de traducción se haya hecho un hueco en los ámbitos académico y profesional y que se trate como una modalidad con características propias y diferente a las demás.

La traducción audiovisual como una traducción especializada que se ocupa de los textos destinados al sector del cine, la televisión, el vídeo y los productos multimedia, se caracteriza por tener un código oral, uno escrito y uno visual, y por las limitaciones y las técnicas particulares que se utilizan para obtener un trabajo completo. Esta combinación de características es lo que hace que el traductor deba ser capaz de seleccionar y manejar las metodologías y técnicas más adecuadas que se adapten a las necesidades específicas en cada momento.

La traducción, pues, de los productos audiovisuales científico-técnicos conlleva las dificultades propias de la traducción audiovisual como son la identificación de «(...) toda la información relevante en los elementos visuo-verbales, gráficos, paralingüísticos, fonéticos y textuales, ya que no debemos olvidar que estos elementos pueden afectar al texto meta, (...)», (Zabalbeascoa, 2001:49, en Ogea, 2017), y las de los textos escritos especializados

Las características que reúnen los textos audiovisuales pueden servir también para clasificarlos en géneros, de manera que el traductor pueda planificar las estrategias y técnicas de traducción antes de abordar el trabajo. Existen varias clasificaciones las cuales tienen en cuenta diferentes factores como pueden ser pragmáticos, sintácticos, semánticos o enunciativos; Agost (2001: 239) los clasifica atendiendo a la función que desempeña el producto audiovisual y al foco contextual en: género dramático, género informativo, género publicitario y género de entretenimiento. Los textos audiovisuales científico-técnicos, debido a la especificidad del lenguaje que utilizan así como el público objetivo, se pueden encuadrar en el género informativo.

Dentro del género informativo de temática científico-técnica, los subgéneros que suelen dominar son el documental, los programas divulgativos y las entrevistas. Además, en los últimos tiempos se está incorporado el vídeo científico como herramienta de comunicación de la ciencia, de corta duración y destinado al mercado de internet, y cuyos objetivos son la difusión de conocimientos por parte de investigadores a otros investigadores y a la sociedad, o comunicaciones de empresas e instituciones del ámbito científico a nivel interno o externo. Los formatos que utilizan estos vídeos son el documental, la animación y los reportajes.

En cuanto a las modalidades básicas de traducción audiovisual, existen cuatro: el doblaje, la interpretación simultánea, las voces superpuestas o *voice-over* y la subtitulación. Cada una de ellas suele asociarse a un género audiovisual, aunque también pueden intervenir factores económicos, culturales o políticos en su elección.

Según Ogea (2015) en su «Encuesta realizada sobre la recepción de productos audiovisuales traducidos» (p. 141-157), los documentales y los programas divulgativos se asocian a la traducción mediante voz superpuesta y a la subtitulación, por lo que se podrían extrapolar estos resultados a que son estas modalidades las más utilizadas en los de temática científico-técnica. En el caso de los vídeos científicos, las vías de difusión suelen ser canales de internet como Youtube o Vímeo y, según un estudio del Centre for Cultural and General Studies del Karlsruhe Institute of Technology (KIT), la lengua en la que suelen publicarse es el inglés, o en otras lenguas con subtitulación en esta lengua, para conseguir un mayor número de visualizaciones.

2.3 La subtitulación de productos audiovisuales científico-técnicos

Como se ha comentado en el apartado anterior, una de las opciones de traducción utilizadas para los textos audiovisuales científico-técnicos es la subtitulación.

Esta modalidad de traducción para este tipo de textos presenta una especial dificultad para el traductor al tener que, en primer lugar, ser competente en la traducción de textos especializados de la temática correspondiente; en segundo lugar, respetar las características del lenguaje oral que se intenta reproducir; y, por último, aplicar las estrategias y convenciones propias de este tipo de traducción. Además, la adaptación de la traducción del texto especializado origen a los subtítulos se convierte en un reto debido a la densidad de terminología que los caracteriza. Las técnicas de condensación, reducción y omisión que se utilizan para conseguir una síntesis del texto audiovisual suponen una dificultad añadida a la hora de transmitir el mensaje completo sin caer en la pérdida de información, dado que se deben respetar, por un lado, las características de los textos especializados de precisión, claridad, neutralidad y economía del lenguaje, por otro, las de legibilidad y oralidad que acompañan a los subtítulos y, por último, la necesidad de hacer coincidir el discurso oral en la lengua origen con el discurso escrito del subtítulo en la lengua meta.

Para entender las dificultades a las que se enfrenta el traductor en la subtitulación, se detallan a continuación algunas de las convenciones habituales que guían esta modalidad. Con respecto a estas, hay que decir que existen diferentes normas, pero aquí se comentan las recomendaciones de Díaz-Cintas y Remael (2007).

- El primer paso es el pautado o *spotting*, que consiste en dividir el texto oral en fragmentos o unidades de traducción a los que corresponderá un subtítulo, asignándoles un tiempo de entrada y salida. Estos fragmentos deben coincidir con el habla por lo que, según Martínez (2011), si el ritmo normal tiene pausas entre los 5 y los 8 segundos, habrá que hacer coincidir el texto del subtítulo en esa franja de tiempo.

El subtítulo contendrá una o dos líneas de texto y cada una de ellas no excederá los 40 caracteres. El tiempo de exposición en la pantalla tendrá una duración mínima de un segundo para monosílabos y una máxima de 6 segundos. La separación recomendada entre subtítulos es de cuatro fotogramas.

Los subtítulos deben respetar los cambios de plano y no mantenerse en pantalla para evitar su relectura; su exposición debe coincidir con el inicio y el final de los actos orales.

- Con respecto a la ortotipografía, los guiones se utilizarán solo en la intervención de un segundo interlocutor cuando coincidan en el mismo subtítulo; las comillas indicarán citas textuales de publicaciones, pronunciaciones incorrectas, usos metalingüísticos o marcas; las mayúsculas figurarán en todo el subtítulo para los títulos y los insertos; por último, la cursiva servirá para indicar que una voz sale a través de un aparato como un teléfono o una radio, para la letra de las canciones o para palabras foráneas no adaptadas.
- En lo que se refiere a la síntesis de la información, el hecho de que la subtitulación se complemente con la parte visual ayuda en la aplicación de técnicas como la omisión, la reformulación o la condensación.

Por último, es imprescindible comentar que el traductor se enfrenta además con la necesidad de manejar *software* específico del género audiovisual para poder desarrollar su trabajo. Los formatos en los que puede recibir los encargos y los que debe utilizar para su resolución y entrega hacen que esta modalidad de traducción requiera que se posea una serie de habilidades que van más allá de la tarea clásica de la traducción.

3 Aplicación práctica

Para aplicar la teoría expuesta en los primeros apartados, el primer paso es el visionado y análisis del documental. Como se ha comentado anteriormente, se trata de un vídeo científico de temática nuclear de 13 minutos de duración elaborado por el Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – IRSN, entidad pública francesa encargada de la investigación y reconocimiento de riesgos nucleares y radiológicos. Al tratarse de una publicación en un canal de internet, no se dispone de un guion base con el que trabajar por lo que se debe hacer una transcripción completa.

La versión elegida es la publicada en inglés y la lengua meta a la que se ha traducido es el español. El objetivo de la traducción de este documental es poner a prueba la metodología para la traducción profesional de textos médicos propuesta por Amal Jammal en su artículo de 1999 «Une méthodologie de la traduction médicale» y, de esta manera, hacer una aproximación a la capacidad de versatilidad y adaptabilidad que debe caracterizar al traductor profesional ante las diferentes especialidades de la traducción de tipo científico-técnica.

Por último, se realiza una adaptación de la traducción para subtitulación con el fin de poner a prueba la validez de esta modalidad de traducción audiovisual para este tipo de textos especializados y, además, tener la opción de aportar una fuente documental en español para posibles consultas de la comunidad científica.

3.1 Transcripción del documental

Al tratarse de un video científico extraído de una página web, no existe ni guion ni pautado de la parte textual por lo que el primer paso que debo realizar es la transcripción completa.

Debido a la temática y al nivel de especialización del lenguaje utilizado he tenido que consultar algunos documentos en inglés referentes al tema, tras una primera escucha. Esta primera documentación me ha servido de base para la posterior tarea de búsqueda de información y de textos paralelos para la traducción.

<https://www.youtube.com/watch?v=YBNFvZ6Vr2U>

Understanding the accident of Fukushima Daiichi

Fukushima. The development of the accident

Friday, March the 11th. At 2:46 pm an exceptionally powerful earthquake hit the Pacific coast of Honshu, the main island of Japan. At 3:36 pm, less than an hour after the earthquake, a tsunami swept over the coast. The waves went all the way up to ten kilometres inland. Result: over 20 thousand people dead or missing, destroyed towns, ports and land devastated. Nuclear power plants were also affected. One in particular, namely, the Fukushima Daiichi.

Fukushima Daiichi is 250 kilometres northeast of Tokyo. The nuclear power plant has six reactors, each reactor successively commissioned during the 1970s. Units 1, 2 and 3 were operating at full power; the core in unit 4 was unloaded; units 5 and 6 were in cold shutdown.

Fukushima reactors have a different technology than the pressurized water reactors built by the French operator EDF; they are boiling water reactors called BWRs. We say reactor because the heat in the core is produced by fission reactions; boiling water because the water that removes the heat from the core turns into steam and the steam goes directly to the turbine. The turbine drives the generator that produces electricity. Afterwards, the

steam is condensed with the help of a seawater cooling system and returns to the core. A boiling water reactor has only one single system combining feed water and steam.

The core is composed of fuel assemblies containing uranium. It is controlled by control rods introduced from the bottom that can stop the fission reactions in case of an emergency. Fission of uranium nuclei produces radioactive atoms that in turn produce heat, and this continues to occur even after reactors shut down; this is called *residual heat*.

Keeping the fuel confined and cooled is a major safety issue. The fuel is isolated from the environment by different containment barriers, just like the famous Russian dolls. A first barrier, the fuel cladding of zirconium alloy; a second barrier, the steel reactor vessel in combination with steam and water cooling systems; finally, the third barrier, the containment building in concrete with a leak-tight steel liner.

The fuel is kept under water in the reactor as well as in the adjacent pool where the spent fuel is unloaded. The pool is located at the top of the reactor vessel to facilitate the transfer of fuel under water.

When the earthquake hit the coast, seismic sensors triggered the insertion of control rods. Although fission reactions stopped, the residual heat had to be removed. The off-site power supply was lost, and the emergency diesel generators took over automatically. They supply electricity to the backup systems needed for core cooling. In reactors 2 and 3 it is a turbo pump. The steam generated by the reactor operates the turbo pump which feeds water into the reactor vessel. The steam is condensed in the wetwell suppression pool within the containment.

In reactor 1, there were no turbo pump but a heat exchanger which condensed steam from the reactor vessel. The condensed water was reintroduced into the reactor vessel by gravity. This heat exchanger provided core cooling by natural convection for more than ten hours. Until then, everything seemed under control. However, reactor 1, due to excessive cooling, forced the operators to temporarily isolate the heat exchanger in compliance with operating procedures.

The tsunami waves arrived less than an hour after the earthquake. The waves went over the seawalls flooding the lower parts of buildings and disabled the emergency diesel generators. On reactor 1, the operator was unable to reactivate the heat exchanger. The core was no longer cooled; it would be the first to melt. On units 2 and 3 the batteries

were still operational; they operated some of the valves. The turbine-driven pumps ran for nearly 24 hours and then stopped. The cores were no longer cooled.

The meltdown scenario was almost the same in all three reactors, only the dates changed. The water in the reactor vessel evaporated; the fuel became uncovered. Heated up to a temperature of 2300 degrees Celsius the fuel melted and mixed with the materials from the structure to form a magma called *corium*. The corium flowed down to the bottom of the reactor vessel. According to Japanese officials, it pierced the reactor vessel before falling on the concrete basement inside the containment. What quantity of corium fell? How deep did it erode the concrete? Did it pierce the steel liner? Even today it is not possible to learn more about the state of the corium in the three reactors.

At the same time, still in the reactor vessel, the steam was loaded with radioactive elements and hydrogen. To explain this phenomenon let's have a look at the early stages of fuel degradation. Heated at high temperature, the fuel cladding is oxidized and cracks releasing volatile radioactive elements. In addition to this, the zirconium of the fuel cladding created a reaction with the steam by absorbing the oxygen and by releasing hydrogen. Normally, when mixed with air, hydrogen catches fire and explodes. However, the containment building was filled with nitrogen, an inert gas that avoids the presence of oxygen. At this stage there was no risk.

As the steam pressure rose to a dangerous level in the reactor vessel the depressurizing valves opened; gas was forced into the wetwell suppression pool by a venting line. The water acted as an efficient filter by trapping much of the radioactive elements. But the water was no longer cooled because the emergency diesel generators were out of order and it soon began to boil, thereby reducing its filtration capacity. The wetwell suppression pool in the communicating containment began to enter into an overpressure situation. To avoid containment rupture, the operator decided to release the gas into the atmosphere. Normally, the venting line should have led all the gas outside the building by the chimney of the plant, but hydrogen was scaping through uncontrolled leakage pathways and was released into the reactor building.

Hydrogen reacts violently with oxygen in the air. The explosion blew apart the frame at the top of the building apparently without damaging the containment building. Radioactive elements not yet trapped in the wetwell suppression pool were released into the environment. Due to the absence of usable fresh water on the site the operators

decided to inject seawater into the reactor vessel. This solution, far from ideal since salt is chemically active, had at least the advantage of cooling and stabilizing the corium.

In the four days following the tsunami, the four reactors were damaged by explosions and three of them with core melt. Although it has kept its structure intact, reactor 2 is the current source of the most important radioactive releases into the soil as well as into the sea. The explosion took place inside the building. Operators had probably encountered difficulties depressurizing the containment and the wetwell suppression pool broke. This loss of leak tightness led to the discharge into the atmosphere of unfiltered radioactive elements and to the spreading of highly contaminated water in the building's, leading to highly polluting discharges into the sea.

The explosion of reactor 4 was due to hydrogen, even though the core was completely unloaded. The hydrogen came from reactor 3 via a joint pipe. The reactor's storage pools were also a great concern because they have lost their cooling systems and in addition to this they were not protected by any containment. Very little spent fuel was stored in pool 1. However, there was much more in pools 2, 3 and 4, specially pool 4 which contained the equivalent of the three cores. In all three pools the water started to boil and without the help in extremis of cold water from helicopters and from a firehose, the spent fuel would have caused considerable radioactive release into the environment.

Gradually, the situation began to stabilize. By the end of March 2011, fresh water had replaced seawater. In July, the reactor cooling system was again in operation in closed circuit, thereby avoiding discharges of contaminated water into the environment. In December 2011 Japanese authorities officially declared that the nuclear power plant reached the *cold shutdown state*, an expression used when the cooling water does not evaporate anymore and remains liquid below 100 degrees Celsius.

[Control room in the dark]

This nuclear crisis was managed by men working under extremely difficult conditions, cut off from the rest of the world, with no news from their families after the tsunami, without any power supply, threatened by radiation, they fought with all their force to cool the reactors trying to make, in vain, the backup systems work again or by using improvised means.

After this race against time to cool the plant followed a year where about 20 thousand workers succeeded each other trying to regain control of the plant by, first, enhancing

the dike against another tsunami [Construction of a dyke], mapping the site contamination [Measurement of radioactivity], clearing every access to the site [Rubble removal], immobilizing radioactive dust [Covering with resin], treating and disposing the contaminated water [Installation of a circulating pump] and avoiding for the radioactive release [Coverage of the reactor 1 (completed in October 2011)].

In the years ahead the challenge was to remove the spent fuel from the pools [Reactor pool 4] for final storage in radioactive waste repositories. And then eventually, on a long term under the critical eye of international experts the issue will give way to a challenge, namely, to remove the melted fuel from the three damaged reactors and to dismantle the site.

As we can see, a huge task awaits the Japanese, a task that started in March of 2011 and that will last for several decades.

[This film was made in February 2012 with information and data known at date.]

3.2 Proceso de traducción del documental

Aunque la labor del traductor especializado en textos científicos suele desarrollarse sobre una temática determinada, en el mercado de la traducción es bastante frecuente tener que salir de la zona de confort y realizar encargos que pondrán a prueba la adaptabilidad y versatilidad del profesional. Habida cuenta de que esta será la dinámica que se presentará en mi introducción en este entorno laboral, para abordar la traducción del documental sobre el que baso este trabajo de fin de grado he puesto a prueba la metodología de traducción de textos médicos que propone Jammal (1999) y que utilizo habitualmente en las traducciones de documentación que realizo con motivo de mi profesión de técnico en emergencias médicas.

- La primera fase de esta metodología es la descodificación del documento.

Esta fase pasa por tres pasos fundamentales que son: la documentación, la identificación de lo que Jammal denomina trampas semánticas y la búsqueda terminológica.

La documentación tiene como objetivo la comprensión del texto, lo que significa tomar perspectiva de este y hacer una búsqueda documental del tema en el que se desarrolla para poder contextualizarlo. Este paso, además de ponernos en contexto, ayudará a adquirir conocimientos sobre la terminología que se va a manejar.

La primera pregunta que me he hecho ha sido *¿De qué trata este video?* El título, *Understanding the accident of Fukushima Daiichi* deja claro que la temática del documental versa sobre el accidente sufrido por la central nuclear de Fukushima y su visionado da una idea del grado de especialización del texto. A partir de ahí he tenido que documentarme sobre la base de la temática pues, para comprender el accidente, primero debía conocer los aspectos básicos de una central nuclear.

Así, la siguiente pregunta ha sido, *¿Cómo funciona una central nuclear y cuáles son sus componentes?* He introducido la frase en un motor de búsqueda, Google Chrome y he analizado los resultados ofrecidos. De entre las opciones que se sugieren para el funcionamiento de una central nuclear he elegido una fuente de alta fiabilidad como es el Foro de la Industria Nuclear Española, una asociación de empresas y organizaciones relacionadas con la electricidad y la energía nuclear, así como universidades, fundaciones o asociaciones sectoriales. Esta página es muy útil por dos motivos: por un lado, además de explicar de forma sencilla el funcionamiento de una central nuclear, incluye los componentes que la forman y una pequeña explicación de la función de cada uno de ellos; por otro, es una página bilingüe en español y en inglés, lo que facilita la localización de equivalencias terminológicas. Además, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) español tiene disponible en línea un documento sobre el funcionamiento de las centrales nucleares en España que incluye algunas consideraciones de seguridad muy prácticas para entender el accidente de Fukushima.

Una vez obtenida y procesada la información básica, he buscado la relativa a la del evento del que trata el documental. Al tratarse de un suceso de extrema gravedad que tuvo una gran repercusión internacional, existen numerosos documentos periodísticos que cubrieron la noticia. Sin embargo, debido a la especialización del contenido del video, me he centrado solamente en los documentos de organismos y empresas relacionados con la energía nuclear. El Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA —International Atomic Energy Agency), tiene publicado un informe completo sobre este accidente en el que se incluye una descripción detallada del accidente. Este organismo tiene páginas web oficiales en varias lenguas, en las que publica documentación, por lo que es una fuente muy valiosa de textos paralelos.

Las trampas léxicas que nombra Jammal se refieren a estructuras léxicas y gramaticales que podrían dar lugar a confusiones al traducirlas. En la transcripción del documental he encontrado terminología que se compone de palabras de la lengua habitual cuya traducción literal podría dar lugar a sobretraducciones, como por ejemplo a *leak-tight*

steel liner, wetwell suppression pool o nuclear power plant, y otras que pueden funcionar como *falsos amigos* como *site, repositories o discharge*. También he encontrado dos términos, *nuclei* y *core*, que en español se traducirían de la misma manera, *núcleo*, y que deben comprobarse antes de asumir esta traducción. Con respecto a estructuras gramaticales, se presentan algunas formas de gerundio a los que se debe prestar atención a la hora de traducir, como *understanding* o *boiling wáter*, pero en general este texto respeta las premisas que caracterizan a los de tipología científica, esto es, la precisión, la claridad, la neutralidad y la economía, por lo que no he encontrado ninguna otra que presentara grandes problemas de traducción.

La documentación que he recopilado para la comprensión del video me ha proporcionado una fuente de consulta de terminología muy extensa. La mayor parte de los términos tienen equivalentes monosemánticos y no han dado lugar a interpretaciones erróneas y no he encontrado neologismos, ni siglas o acrónimos polisémicos. Aun así, algunos de ellos no se encontraban en la documentación o no entendía su significado en el contexto en el que aparecían. Para su comprensión he utilizado el *Diccionario inglés-español sobre tecnología nuclear. Glosario de términos*, en el que, además de su traducción, aparece una descripción sintética del elemento y su función o localización, y el banco de datos terminológico multilingüe de la Unión Europea *IATE (Interactive Terminology for Europe)* como diccionarios de terminología. Además, en ocasiones he utilizado diccionarios contextuales (*Linguee*), así como diccionarios bilingües (*Wordreference*) y monolingües (*Cambridge Dictionary online*).

- La segunda fase es la de transcodificación del texto

En esta fase Jammal afirma que hay que plantearse dos preguntas para poder afrontar importantes decisiones traductológicas que determinarán el resultado. Estas son: *¿Cuál es el público objetivo del texto?* y *¿A qué tipología discursiva pertenece?*

Con la respuesta a la primera pregunta obtenemos el nivel léxico que utilizaremos. El video, de temática nuclear, va dirigido a un público especializado o, al menos, con buenos conocimientos del funcionamiento de las centrales nucleares, por lo que he utilizado un lenguaje especializado que respeta la traducción especializada de la terminología y las convenciones del discurso científico.

La segunda pregunta nos dará la información necesaria para determinar el estilo que se le debe dar a la traducción. El video proporciona datos concretos sobre el accidente de la central nuclear de Fukushima, y sigue una exposición secuencial y detallada de los

sucesos en cada una de las partes que la componen. Se puede decir, por tanto, que se trata de un texto informativo, pues da a conocer el desarrollo de los acontecimientos que se produjeron para facilitar una explicación detallada de los sucesos ocurridos.

Debido a la temática del video, el público objetivo, y la tipología en que se encuadra, debo utilizar, por un lado, un lenguaje que transmita la información de manera exacta, mediante un vocabulario libre de dualidades y connotaciones y un estilo claro y conciso. Además, he utilizado, preferentemente, las formas simples del presente y del pasado de indicativo, al tratarse de un texto que narra un acontecimiento pasado, así como las formas impersonales, la pasiva refleja y la tercera persona para reflejar la objetividad del discurso.

- La tercera y última fase se refiere a la redacción del texto traducido.

Una vez que he descodificado el texto y he determinado el estilo y el nivel léxico que debo utilizar, he procedido a la redacción de la versión en español.

Como último paso he buscado los vocablos y construcciones localizados en la fase anterior y que podrían interferir en esta fase como son los falsos amigos y los términos con construcción basada en lenguaje habitual y los he traducido de manera adecuada. He seleccionado las estructuras gramaticales adecuadas en español para aquellas en inglés que podían interferir en la fluidez y la claridad del mensaje, como las construcciones en voz pasiva, los gerundios y he comprobado la idoneidad de la traducción de la terminología en el contexto en el que se utiliza.

3.3 Traducción del documental

Explicación del accidente de Fukushima

Fukushima. El desarrollo del accidente

Viernes 11 de marzo. A las 2:46 p. m., un terremoto excepcionalmente potente azotó la costa del Pacífico de Honshu, la isla principal de Japón. A las 3:36 p. m., apenas una hora después del terremoto, un tsunami arrasó la costa. Las olas avanzaron hasta 10 kilómetros tierra adentro con el resultado de más de 20 000 personas muertas o desaparecidas, ciudades destruidas, puertos y terrenos devastados. Las centrales nucleares también se vieron afectadas; una de ellas en particular, Fukushima Daiichi.

Fukushima Daiichi está a 250 kilómetros al noreste de Tokio. La central nuclear tiene seis reactores, cada uno de ellos puesto en servicio con éxito en los años 70. Las unidades 1, 2 y 3 estaban funcionando a plena potencia; el núcleo de la unidad 4 estaba descargado; las unidades 5 y 6 estaban en parada fría.

Los reactores de Fukushima poseen una tecnología diferente de los de agua presurizada construidos por el operador francés EDF; son reactores de agua en ebullición denominados BWR. Se le llama reactor porque el calor del núcleo se produce por reacciones de fisión; de agua en ebullición porque el agua que extrae el calor del núcleo se transforma en vapor, el cual pasa directamente a la turbina. Esta mueve el generador que produce la electricidad. A continuación, el vapor se condensa mediante un sistema de enfriamiento con agua de mar y regresa al núcleo. Un reactor de agua en ebullición posee un único sistema que combina agua de alimentación y vapor.

El núcleo está compuesto por elementos combustibles que contienen uranio. Lo controlan las barras de control que se introducen desde la parte de abajo y pueden parar las reacciones de fisión en caso de emergencia. La fisión de los núcleos de uranio produce átomos radiactivos que van produciendo a su vez calor y que continúa produciéndose incluso con el reactor parado; es lo que se denomina *calor residual*.

Un asunto de seguridad de gran importancia es mantener el combustible confinado y frío. El combustible se mantiene aislado del ambiente mediante diferentes barreras de contención, al estilo de las famosas muñequitas rusas. La primera barrera es la vaina del combustible de aleación de zirconio; la segunda es la vasija de acero del reactor en combinación con sistemas de refrigeración de vapor y agua; finalmente, la tercera barrera es el edificio de contención de hormigón con un recubrimiento de acero estanco.

El combustible se mantiene bajo el agua tanto en el reactor como en la piscina adyacente donde se descarga el ya gastado. La piscina se localiza sobre la vasija del reactor para facilitar la transferencia de combustible bajo agua.

Cuando el terremoto azotó la costa, los sensores sísmicos pusieron en marcha la inserción de las barras de control. Aunque las reacciones de fisión cesaron, el calor residual tenía que ser eliminado. La alimentación eléctrica externa no funcionaba y los generadores diésel de emergencia arrancaron automáticamente. Comenzaron a alimentar los sistemas auxiliares necesarios para el enfriamiento del núcleo. Los reactores 2 y 3 poseen una turbobomba. El vapor que generan los reactores hace

funcionar la turbobomba, la cual introduce el agua dentro de la vasija. El vapor se condensa en la cámara de la piscina de supresión, dentro de la contención.

El reactor 1 no tenía turbobomba sino un intercambiador de calor que condensaba el vapor de la vasija del reactor. El agua condensada se reintroducía en la vasija por gravedad. Este intercambiador de calor estuvo enfriando el núcleo por convección natural durante más de diez horas. Hasta entonces, todo parecía estar bajo control. Sin embargo, el reactor 1, debido al exceso de enfriamiento, forzó a los operadores a aislar temporalmente el intercambio de calor, de acuerdo con los procedimientos operativos.

Las olas producidas por el tsunami llegaron menos de una hora después del terremoto. Saltaron los malecones, inundaron la parte baja de los edificios y deshabilitaron los generadores diésel de emergencia. El operador no fue capaz de reactivar el intercambiador de calor del reactor 1. El núcleo dejó de refrigerarse; sería el primero en fundirse. Las baterías de las unidades 2 y 3 seguían operativas y hacían funcionar algunas de las válvulas. Las bombas que movían las turbinas funcionaron cerca de 24 horas y entonces se pararon. Los núcleos dejaron de ser refrigerados.

El proceso de fundición fue casi igual en los tres reactores, solo cambiaron las fechas. El agua de la vasija del reactor se evaporó y el combustible quedó al descubierto. Con una elevación de la temperatura de hasta 2300 grados Celsius, el combustible se fundió y se mezcló con los materiales de la estructura para formar un magma denominado *corium*. El corium fluyó hasta el fondo de la vasija del reactor. Según las autoridades japonesas, atravesó la vasija del reactor y cayó en el suelo de hormigón de la contención. ¿Qué cantidad de corium cayó? ¿Cuánto erosionó el hormigón? ¿Atravesó el recubrimiento de acero? Incluso en la actualidad no es posible saber nada más acerca del estado del corium en los tres reactores.

Al mismo tiempo, aún en la vasija del reactor, el vapor se cargó de elementos radiactivos e hidrógeno. Para explicar este fenómeno veamos los estados tempranos de la degradación del combustible. Cuando se calienta a altas temperaturas la vaina combustible se oxida, se fisura y deja salir elementos radiactivos volátiles. Además, el zirconio de la vaina origina una reacción con el vapor, absorbe oxígeno y expulsa hidrógeno. Normalmente, cuando el hidrógeno se mezcla con el aire se inflama y explota. Sin embargo, el edificio de contención estaba lleno de nitrógeno, un gas inerte que evita la presencia de oxígeno. En este punto no existía ningún riesgo.

A medida que aumentaba la presión del vapor a un nivel peligroso en la vasija del reactor, las válvulas de despresurización se abrieron y el gas fue forzado a entrar en la cámara de la piscina de supresión por una línea de venteo. El agua actuó como un filtro eficaz al atrapar muchos de los elementos radiactivos. Sin embargo, esta dejó de refrigerarse porque los generadores diésel de emergencia no funcionaban y pronto comenzó a hervir, por lo que se redujo su capacidad de filtrado. La cámara de la piscina de supresión en la contención colindante comenzó a entrar en situación de sobrepresión. Para evitar la rotura de la contención, el operador decidió soltar el gas a la atmósfera. Normalmente la línea de venteo debería haber conducido todo el gas fuera del edificio por la chimenea de la planta, pero el hidrógeno se estaba fugando de manera descontrolada por vías de fuga y llegaba al edificio del reactor.

El hidrógeno reacciona de forma violenta al contacto con el oxígeno del aire. La explosión hizo volar la estructura superior del edificio pero, aparentemente, sin dañar el edificio de contención. Los elementos radiactivos que no estaban aún confinados en la piscina de la cámara de supresión se liberaron al ambiente. Ante la ausencia de agua dulce útil los operadores decidieron inyectar agua de mar en la vasija del reactor. Esta solución, aunque no es la ideal pues la sal es químicamente activa, al menos pudo enfriar y estabilizar el corium.

En los cuatro días que siguieron al tsunami, los cuatro reactores sufrieron daños por explosiones y en tres de ellos se fundió el núcleo. Aunque el reactor 2 mantuvo su estructura intacta, es la fuente actual más importante de vertidos radiactivos tanto al suelo como al mar. La explosión tuvo lugar dentro del edificio. Los operadores seguramente encontraron dificultades para despresurizar el edificio de contención y la cámara de la piscina de supresión se rompió. Esta pérdida de hermeticidad llevó a la descarga a la atmósfera de elementos radiactivos sin filtrar y a la dispersión de agua muy contaminada en el edificio, lo que llevó a vertidos altamente contaminantes en el mar.

El hidrógeno fue el causante de la explosión del reactor 4, aun cuando el núcleo se había descargado completamente. El hidrógeno llegó del reactor 3 por una tubería de unión. También jugaron un papel importante las piscinas de almacenamiento del reactor porque habían perdido sus sistemas de refrigeración y, además, no estaban protegidas por ninguna contención. Se había almacenado muy poco combustible gastado en la piscina 1. Sin embargo, había mucho en las piscinas 2, 3 y 4, especialmente en la 4 que contenía el equivalente a tres núcleos. En las tres piscinas el agua empezó a hervir y

sin la ayuda in extremis del agua fría de los helicópteros y de una manguera, el combustible usado hubiera causado un escape radiactivo considerable al ambiente.

La situación comenzó a estabilizarse gradualmente. A finales de marzo de 2011, el agua dulce había suplido al agua de mar. En julio, el sistema de enfriamiento del reactor estaba de nuevo funcionando en circuito cerrado, lo que evitaba la descarga de agua contaminada al ambiente. En diciembre de 2011, las autoridades japonesas declararon oficialmente que la central nuclear había alcanzado el *estado de parada fría*, una expresión utilizada cuando el agua de refrigeración ya no se evapora y se mantiene líquida por debajo de los 100 grados Celsius.

[Sala de control en la oscuridad]

Esta crisis nuclear se superó gracias a hombres que trabajaron en condiciones extremadamente difíciles, aislados del resto del mundo, sin noticias de sus familias tras el tsunami, sin energía eléctrica, amenazados por la radiación. Lucharon con todas sus fuerzas para enfriar los reactores mediante el intento, en vano, de hacer que funcionaran de nuevo los sistemas auxiliares, o mediante medios improvisados.

Tras esta carrera contra el tiempo para enfriar la planta, vino un año durante el cual veinte mil trabajadores se sucedieron para intentar obtener el control de la planta, primero, mediante la mejora del dique contra otro tsunami [Construcción de un dique], el mapeo de la situación de la contaminación [Medición de radiactividad], la limpieza de cada acceso a la instalación [Retirada de escombros], la inmovilización del polvo radiactivo [Recubrimiento con resina], el tratamiento y eliminación del agua contaminada [Instalación de bomba de circulación] y la evitación de la emisión de radiactividad [Cobertura del reactor 1 (finalizado en octubre de 2011)].

En los años posteriores, el reto fue retirar el combustible gastado de las piscinas [Piscina del reactor 4] para su almacenamiento final en depósitos de residuos radiactivos. Finalmente, a largo plazo y bajo la mirada crítica de expertos internacionales, el asunto derivará en un reto, concretamente, eliminar el combustible fundido de los tres reactores dañados y desmantelar la instalación.

Como se puede ver, los japoneses afrontan una enorme tarea, una tarea que comenzó en marzo de 2011 y que durará varias décadas.

[Esta película se realizó en febrero de 2012 con la información conocida hasta esa fecha.]

3.4 Selección del programa de subtitulación

Durante el desarrollo del Grado en Traducción, Interpretación y Lenguas Aplicadas, se han visto algunos editores de subtitulación gratuitos como Aegisub y Subtitle Edit. Se ha tenido la oportunidad de trabajar con ellos en varias ocasiones, tanto dentro de las asignaturas específicas de subtitulación, como en otras en las que se necesitaban herramientas de edición textual para la cumplimentación de sus actividades.

El motivo de haber elegido Subtitle Edit como editor de subtitulación para este trabajo ha sido la facilidad de manejo de esta herramienta a través de su interfaz. Por un lado, la posibilidad de trabajar en la onda de sonido para conseguir una buena sincronización facilita el trabajo a la hora de conseguir una buena sincronización de los subtítulos con la imagen. Por otro, la caja de edición de subtítulos muestra el contaje de caracteres por línea y por subtítulo y la velocidad de caracteres por segundo, por lo que las tareas de adaptación del texto oral, en el caso de este trabajo, de la traducción del original, son más sencillas de aplicar y se obtienen resultados óptimos en menor tiempo. También dispone de un corrector que marca errores tipográficos, como los dobles espacios. Además, desde esta caja se puede realizar la exportación de los textos, acompañados de los tiempos de entrada y salida y numeración del pautado, lo que facilita la labor de transcripción de los subtítulos, y es posible configurar todos los parámetros con los que trabaja. Por último, de entre otras opciones que posee este editor, me gustaría destacar la posibilidad de exportar los videos subtitulados en diferentes formatos y la capacidad de configurar la interfaz para una visión adaptada a las preferencias personales.

3.5 Adaptación para la subtitulación

Como resultado de la subtitulación realizada con el editor Subtitle Edit, se ha generado el fichero con formato SRT con los subtítulos, cuyo contenido es el que se incluye a continuación:

```
1
00:00:04,360 --> 00:00:06,735
Fukushima. El desarrollo del accidente

2
00:00:08,395 --> 00:00:10,482
Viernes, 11 de marzo.
```

3
00:00:11,093 --> 00:00:12,815
A las 2:46 p. m.

4
00:00:13,117 --> 00:00:15,870
un terremoto excepcionalmente potente

5
00:00:16,173 --> 00:00:20,410
azotó la costa del pacífico
de la isla principal de Japón, Honshu.

6
00:00:21,187 --> 00:00:25,727
A las 3:36 p. m.,
apenas una hora después del terremoto,

7
00:00:25,998 --> 00:00:28,497
un tsunami arrasó la costa.

8
00:00:29,180 --> 00:00:33,839
Las olas avanzaron
hasta 10 kilómetros tierra adentro

9
00:00:34,240 --> 00:00:38,521
y dejaron un resultado
de más de 20 000 muertos y desaparecidos

10
00:00:38,712 --> 00:00:42,711
ciudades destruidas,
puertos y terrenos devastados.

11
00:00:43,347 --> 00:00:45,688
Las centrales nucleares
también se vieron afectadas;

12
00:00:45,990 --> 00:00:47,352
y una en particular,

13
00:00:47,640 --> 00:00:50,368
la central Fukushima Daiichi.

14
00:00:52,419 --> 00:00:57,458
Fukushima Daiichi está
a 250 kilómetros al nordeste de Tokio.

15
00:00:57,879 --> 00:01:01,124
La central nuclear tiene 6 reactores,

16
00:01:01,347 --> 00:01:04,093
cada uno puesto en servicio exitosamente

17
00:01:04,292 --> 00:01:05,863
durante los años 70.

18
00:01:07,005 --> 00:01:11,512
Las unidades 1, 2 y 3
estaban funcionando a plena potencia;

19
00:01:11,894 --> 00:01:14,497
el núcleo de la unidad 4
estaba descargado;

20
00:01:14,807 --> 00:01:17,671
las unidades 5 y 6
estaban en parada fría.

21
00:01:18,830 --> 00:01:22,212
Los reactores de Fukushima
tienen distinta tecnología

22
00:01:22,457 --> 00:01:26,727
que los de agua presurizada
de los operadores franceses de EDF;

23
00:01:27,180 --> 00:01:31,355
son reactores de agua en ebullición BWR.

24
00:01:31,529 --> 00:01:33,029
Se le llama reactor

25
00:01:33,229 --> 00:01:37,283
porque el calor del núcleo
se produce por reacciones de fisión;

26
00:01:37,688 --> 00:01:42,251
agua en ebullición,

porque el agua que enfría el núcleo

27

00:01:42,546 --> 00:01:47,116

se transforma en vapor,
y este pasa directamente a la turbina.

28

00:01:47,434 --> 00:01:51,243

Esta mueve el generador,
el cual produce electricidad.

29

00:01:51,807 --> 00:01:56,291

A continuación, el vapor se condensa
por su enfriamiento con agua marina

30

00:01:56,458 --> 00:01:57,918

y regresa al núcleo.

31

00:01:58,395 --> 00:02:02,116

Un reactor de agua hirviendo
posee un único sistema

32

00:02:02,347 --> 00:02:04,847

que combina
agua de alimentación y vapor.

33

00:02:06,704 --> 00:02:11,045

El núcleo está compuesto
de elementos combustibles con uranio.

34

00:02:11,665 --> 00:02:15,648

Lo controlan barras de control
que se introducen desde abajo

35

00:02:15,966 --> 00:02:19,363

que en caso de emergencia
pueden parar las reacciones de fisión.

36

00:02:20,109 --> 00:02:24,474

La fisión de los núcleos de uranio
produce átomos radiactivos

37

00:02:24,760 --> 00:02:26,267

los cuales producen calor

38

00:02:26,505 --> 00:02:29,878
que sigue produciéndose
incluso con el reactor parado.

39

00:02:30,497 --> 00:02:32,704
Es lo que se denomina <i>calor residual</i>.

40

00:02:33,315 --> 00:02:37,116
Mantener el combustible confinado y frío
es un asunto de seguridad importante.

41

00:02:37,958 --> 00:02:42,410
Este se mantendrá aislado del ambiente
mediante varias barreras de contención,

42

00:02:42,791 --> 00:02:45,219
al estilo de las famosas muñecas rusas.

43

00:02:45,878 --> 00:02:47,378
La primera barrera,

44

00:02:47,593 --> 00:02:50,140
la vaina del combustible
de aleación de circonio;

45

00:02:50,863 --> 00:02:54,132
la segunda,
la vasija de acero del reactor

46

00:02:54,538 --> 00:02:57,982
en combinación con
sistemas refrigerantes de vapor y agua;

47

00:02:58,291 --> 00:03:00,323
finalmente, la tercera barrera,

48

00:03:00,545 --> 00:03:05,045
el edificio de contención de hormigón
con un recubrimiento de acero estanco.

49

00:03:05,593 --> 00:03:10,045

El combustible se mantiene bajo agua
en el reactor y en la piscina adyacente

50

00:03:10,259 --> 00:03:12,140

donde se descarga el combustible usado.

51

00:03:12,466 --> 00:03:15,394

La piscina se encuentra
sobre la vasija del reactor

52

00:03:15,616 --> 00:03:18,783

para facilitar la transferencia
del combustible bajo el agua.

53

00:03:25,672 --> 00:03:27,537

Cuando el terremoto azotó la costa,

54

00:03:27,807 --> 00:03:31,569

los sensores sísmicos
activaron las barras de control.

55

00:03:32,228 --> 00:03:37,204

Aunque cesaron las reacciones de fisión,
se tenía que eliminar el calor residual.

56

00:03:37,791 --> 00:03:40,331

Dejó de funcionar
la alimentación eléctrica externa

57

00:03:40,545 --> 00:03:44,255

y arrancaron automáticamente
los generadores diésel de emergencia.

58

00:03:44,776 --> 00:03:48,815

Llegó energía a los sistemas auxiliares,
imprescindibles para enfriar el núcleo.

59

00:03:49,641 --> 00:03:53,490

Los reactores 1 y 2
poseen una turbobomba.

60

00:03:53,704 --> 00:03:57,513

El vapor que generan los reactores

hace que funcione la turbobomba,

61
00:03:57,759 --> 00:04:00,553
la cual introduce el agua en la vasija.

62
00:04:00,784 --> 00:04:04,324
El vapor se condensa
en la cámara de la piscina de supresión

63
00:04:04,529 --> 00:04:06,029
dentro de la contención.

64
00:04:08,500 --> 00:04:13,505
El reactor 1 no tenía turbobomba
sino un intercambiador de vapor

65
00:04:13,720 --> 00:04:16,910
el cual condensaba
el vapor de la vasija del reactor.

66
00:04:17,204 --> 00:04:21,736
El agua condensada
volvía a la vasija por gravedad.

67
00:04:21,990 --> 00:04:27,616
El intercambiador, mediante convección,
enfrió el núcleo durante más de 10 horas

68
00:04:27,886 --> 00:04:30,910
Hasta entonces,
todo parecía estar bajo control.

69
00:04:31,474 --> 00:04:35,577
Sin embargo,
el exceso de enfriamiento del reactor 1

70
00:04:35,768 --> 00:04:40,236
forzó el aislamiento temporal
de intercambio de calor, manualmente

71
00:04:40,466 --> 00:04:43,021
conforme a
los procedimientos operativos.

72

00:04:43,665 --> 00:04:49,164

La olas del tsunami llegaron
apenas una hora después del terremoto.

73

00:04:49,692 --> 00:04:54,434

Saltaron los malecones
e inundaron los bajos de los edificios,

74

00:04:54,648 --> 00:04:57,894

lo que provocó la deshabilitación
de los generadores diésel de emergencia.

75

00:04:58,107 --> 00:04:59,608

En el reactor 1

76

00:04:59,847 --> 00:05:03,275

el operador no pudo reactivar
el intercambiador de calor.

77

00:05:03,807 --> 00:05:08,918

El núcleo dejó de enfriarse;
sería el primero en fundirse.

78

00:05:09,894 --> 00:05:15,894

Las baterías 1 y 2 seguían operativas
y hacían funcionar algunas válvulas.

79

00:05:16,251 --> 00:05:20,236

Las bombas que movían las turbinas
funcionaron durante cerca de 24 horas

80

00:05:20,442 --> 00:05:21,942

y entonces se detuvieron.

81

00:05:22,148 --> 00:05:24,267

La refrigeración de los núcleos cesó.

82

00:05:25,157 --> 00:05:29,307

El proceso de fundición
fue casi igual en los tres reactores,

83

00:05:29,506 --> 00:05:31,186
solo cambiaron las fechas.

84
00:05:31,601 --> 00:05:34,537
El agua de la vasija del reactor
se evaporó

85
00:05:35,085 --> 00:05:37,172
y el combustible quedó al descubierto.

86
00:05:37,617 --> 00:05:41,370
La temperatura se elevó
hasta los 2300 grados Celsius,

87
00:05:41,633 --> 00:05:45,140
el combustible fundió y se mezcló
con los materiales de la estructura

88
00:05:45,450 --> 00:05:48,029
y formó un magma llamado *corium*.

89
00:05:48,609 --> 00:05:52,275
El corium fluyó
hasta el fondo de la vasija del reactor.

90
00:05:52,751 --> 00:05:56,315
Según la autoridad japonesa,
atravesó la vasija del reactor

91
00:05:56,527 --> 00:06:00,212
antes de caer
al suelo de hormigón de la contención.

92
00:06:01,000 --> 00:06:03,886
¿Cuánto corium cayó?

93
00:06:04,220 --> 00:06:06,442
¿Cuánto erosionó el hormigón?

94
00:06:06,704 --> 00:06:08,720
¿Atravesó el recubrimiento de acero?

95

00:06:08,958 --> 00:06:14,220
A día de hoy, no podemos saber
el estado del corium en los reactores.

96
00:06:15,339 --> 00:06:18,132
Al mismo tiempo,
aún en la vasija del reactor,

97
00:06:18,355 --> 00:06:22,005
el vapor se cargó de hidrógeno
y de elementos radiactivos.

98
00:06:22,450 --> 00:06:24,109
Para entender este fenómeno,

99
00:06:24,363 --> 00:06:28,005
veamos los estados tempranos
de la degradación del combustible.

100
00:06:28,208 --> 00:06:30,208
Cuando se calienta a altas temperaturas,

101
00:06:30,426 --> 00:06:33,672
la vaina combustible
se oxida y se fisura

102
00:06:33,879 --> 00:06:36,918
y deja salir
elementos radiactivos volátiles.

103
00:06:37,283 --> 00:06:40,536
Además,
el zirconio de la vaina del combustible

104
00:06:40,863 --> 00:06:46,624
absorbe el oxígeno del vapor,
reacciona con él y expulsa hidrógeno.

105
00:06:48,093 --> 00:06:52,299
El hidrógeno al mezclarse con aire
normalmente se inflama y explota.

106
00:06:52,593 --> 00:06:55,751

Sin embargo,
el edificio estaba lleno de nitrógeno,

107
00:06:56,006 --> 00:06:58,906
un gas inerte
que evita la presencia del oxígeno.

108
00:06:59,299 --> 00:07:01,737
En este punto no existía ningún riesgo.

109
00:07:02,609 --> 00:07:06,275
Según subía peligrosamente
la presión del vapor en la vasija,

110
00:07:06,800 --> 00:07:09,085
se abrieron
las válvulas de despresurización,

111
00:07:09,339 --> 00:07:12,648
y el gas entró forzado
en la cámara de la piscina de supresión

112
00:07:12,894 --> 00:07:14,402
a través de una línea de venteo.

113
00:07:14,632 --> 00:07:20,258
El agua actuó como un filtro eficaz
al atrapar muchos elementos radiactivos.

114
00:07:20,910 --> 00:07:26,910
Pero el agua dejó de refrigerarse
al no funcionar los generadores diésel.

115
00:07:27,300 --> 00:07:31,889
Pronto entró en ebullición
y perdió su capacidad de filtrado.

116
00:07:32,985 --> 00:07:34,847
En la contención colindante,

117
00:07:35,125 --> 00:07:40,521
la cámara de la piscina de supresión
comenzó a entrar en sobrepresión.

118
00:07:41,108 --> 00:07:43,093
Para evitar la rotura de la contención,

119
00:07:43,331 --> 00:07:47,092
el operador decidió
soltar el gas a la atmósfera.

120
00:07:47,680 --> 00:07:49,672
Normalmente, la línea de venteo

121
00:07:49,940 --> 00:07:54,743
habría guiado al gas al exterior
a través de la chimenea de la planta,

122
00:07:55,180 --> 00:07:59,045
pero el hidrógeno
se fugaba sin control por vías de fuga

123
00:07:59,300 --> 00:08:01,926
y se liberaba
en el edificio del reactor.

124
00:08:03,799 --> 00:08:07,609
El hidrógeno reacciona violentamente
al contacto con el oxígeno del aire.

125
00:08:08,188 --> 00:08:12,251
La explosión hizo volar
la estructura superior del edificio

126
00:08:12,466 --> 00:08:15,470
pero, aparentemente,
sin dañar el edificio de contención

127
00:08:15,760 --> 00:08:19,529
Los elementos radiactivos, sin confinar
en la cámara de la piscina de supresión,

128
00:08:19,736 --> 00:08:21,687
se liberaron en el ambiente.

129

00:08:22,911 --> 00:08:26,413
Ante la ausencia de agua dulce útil,

130
00:08:26,800 --> 00:08:31,212
los operadores decidieron
inyectar agua de mar en la vasija.

131
00:08:31,593 --> 00:08:36,116
Esta solución no es la ideal
porque la sal es químicamente activa,

132
00:08:36,371 --> 00:08:40,394
pero al menos
pudo enfriar y estabilizar el corium.

133
00:08:41,593 --> 00:08:47,592
En los cuatro días después del tsunami,
los reactores se dañaron por explosiones

134
00:08:47,815 --> 00:08:50,069
y en tres de ellos se fundió el núcleo.

135
00:08:50,442 --> 00:08:53,212
Aunque el reactor 2
mantuvo su estructura intacta,

136
00:08:53,498 --> 00:08:59,148
es el origen principal
de los vertidos radiactivos

137
00:08:59,378 --> 00:09:02,191
que van actualmente
tanto al suelo como al mar.

138
00:09:02,981 --> 00:09:05,505
La explosión
se produjo dentro del edificio.

139
00:09:05,966 --> 00:09:08,601
Seguramente los operadores

140
00:09:08,823 --> 00:09:10,942
no pudieron despresurizar

el edificio de contención

141

00:09:11,141 --> 00:09:13,521

y se rompió

la cámara de la piscina de supresión.

142

00:09:14,022 --> 00:09:15,743

Esta pérdida de hermeticidad

143

00:09:15,958 --> 00:09:21,212

produjo la salida a la atmósfera
de elementos radiactivos sin filtrar

144

00:09:21,458 --> 00:09:25,497

y al vertido en los edificios
de agua altamente contaminada,

145

00:09:25,728 --> 00:09:29,069

lo que llevó

a vertidos contaminantes al mar.

146

00:09:30,887 --> 00:09:34,640

El hidrógeno fue la causa
de la explosión del reactor 4

147

00:09:34,879 --> 00:09:37,481

aun cuando el núcleo
estaba descargado completamente.

148

00:09:37,840 --> 00:09:41,751

El hidrógeno llegó del reactor 3
a través de una tubería de unión.

149

00:09:42,807 --> 00:09:46,394

Las piscinas de almacenamiento
también jugaron un papel importante

150

00:09:46,601 --> 00:09:48,743

pues habían fallado
sus sistemas de refrigeración

151

00:09:48,966 --> 00:09:52,600

y no estaban protegidas

por ninguna contención.

152

00:09:53,204 --> 00:09:56,417

En la piscina 1
había almacenado muy poco combustible,

153

00:09:56,632 --> 00:10:00,822

pero había mucho más en la 2, 3 y 4,

154

00:10:01,068 --> 00:10:05,996

especialmente en la 4,
que tenía el equivalente a tres núcleos.

155

00:10:06,997 --> 00:10:10,307

En las tres piscinas,
el agua empezó a hervir

156

00:10:10,712 --> 00:10:16,370

y sin la ayuda *<i>in extremis</i>* del agua
de tres helicópteros y de una manguera

157

00:10:16,688 --> 00:10:22,497

el combustible usado hubiera causado
un grave escape radiactivo al ambiente.

158

00:10:24,879 --> 00:10:28,434

Poco a poco,
la situación comenzó a estabilizarse.

159

00:10:28,982 --> 00:10:34,211

A finales de marzo de 2011,
el agua dulce suplió al agua de mar.

160

00:10:34,799 --> 00:10:40,274

En julio, funcionaba en circuito cerrado
el sistema de enfriamiento del reactor,

161

00:10:40,560 --> 00:10:44,949

lo que evitaba
verter agua contaminada al ambiente.

162

00:10:45,552 --> 00:10:47,839

En diciembre de 2011,

163
00:10:48,061 --> 00:10:50,696
las autoridades japonesas
declararon de forma oficial

164
00:10:50,919 --> 00:10:54,894
que la central
había alcanzado el <i>estado de parada fría</i>

165
00:10:55,133 --> 00:10:59,116
una expresión que significa que
el agua de refrigeración no se evapora

166
00:10:59,355 --> 00:11:02,783
y se mantiene líquida
por debajo de 100 grados Celsius.

167
00:11:04,474 --> 00:11:06,021
Esta crisis nuclear

168
00:11:06,252 --> 00:11:10,687
la superaron hombres
que trabajaron en condiciones extremas,

169
00:11:11,124 --> 00:11:16,259
aislados del mundo,
sin saber de la familia tras el tsunami,

170
00:11:16,545 --> 00:11:20,212
sin energía eléctrica,
amenazados por la radiación.

171
00:11:20,434 --> 00:11:23,712
Lucharon con todas sus fuerzas
para enfriar los reactores.

172
00:11:23,997 --> 00:11:27,815
intentaron, en vano,
arrancar los sistemas auxiliares

173
00:11:28,157 --> 00:11:30,219
y utilizaron medios improvisados.

174
00:11:33,671 --> 00:11:36,616
Tras esta carrera para enfriar la planta

175
00:11:36,880 --> 00:11:42,226
vino un año en el que
se sucedieron unos 20 000 trabajadores

176
00:11:42,520 --> 00:11:45,037
para intentar recuperar
el control de la planta,

177
00:11:45,371 --> 00:11:49,338
mediante, primero,
la mejora del dique contra tsunamis,

178
00:11:50,227 --> 00:11:52,870
el mapeo
de la situación de la contaminación,

179
00:11:53,339 --> 00:11:56,109
la limpieza
de cada acceso a la instalación,

180
00:11:56,593 --> 00:11:58,968
la inmovilización del polvo radiactivo,

181
00:11:59,736 --> 00:12:02,775
el tratamiento y la eliminación
de toda el agua contaminada,

182
00:12:03,680 --> 00:12:06,251
y evitando la emisión de radiactividad.

183
00:12:07,172 --> 00:12:08,504
En años posteriores,

184
00:12:08,696 --> 00:12:12,116
el reto fue retirar
el combustible gastado de las piscinas

185
00:12:12,387 --> 00:12:15,807
y almacenarlo

en depósitos de residuos radiactivos.

186

00:12:16,948 --> 00:12:22,759

Finalmente, a largo plazo,
observados por expertos internacionales

187

00:12:23,109 --> 00:12:25,251

el asunto derivará en un reto,

188

00:12:25,775 --> 00:12:29,878

eliminar
el combustible fundido de los reactores

189

00:12:30,156 --> 00:12:31,870

y desmantelar la instalación.

190

00:12:33,292 --> 00:12:37,283

Es evidente
que Japón afronta una enorme tarea,

191

00:12:37,546 --> 00:12:41,196

una tarea
que comenzó en marzo de 2011

192

00:12:41,434 --> 00:12:43,997

y que durará varias décadas.

193

00:12:45,283 --> 00:12:48,355

Este video se hizo en febrero de 2012
con los datos recogidos hasta entonces.

Por último, he importado los subtítulos en formato SRT en el video original para mostrar el resultado final de esta parte del trabajo y poder así valorar la idoneidad de esta técnica de traducción para videos científicos.

<https://youtu.be/evTHompDLh8>

3.6 Comentarios sobre la adaptación

En la adaptación para la subtitulación de la traducción del documental he utilizado las pautas de Díaz-Cintas y Remael (2007).

La reducción del texto oral ha sido fundamental para la buena adaptación al texto escrito, dado que es más rápida la comprensión oral que la escrita. Para esta reducción he sintetizado algunas de las partes del discurso y he omitido varios vocablos sin perder la idea general del texto.

La segmentación ha sido una de las partes más complicadas de este proceso. La separación en cajas de subtitulación debe respetar las unidades sintácticas o la no separación de los artículos o adjetivos de los sustantivos a los que acompañan, así como el número de caracteres por línea o la velocidad de lectura pautada. Objetivamente, debo decir que no he conseguido respetar todas las pautas recomendadas pues, entre otras, no he conseguido hacer que la línea superior fuera más corta que la inferior en todos los cuadros de subtítulo de dos líneas.

La sincronización con las imágenes y con los tiempos de actuación del texto oral, han condicionado la segmentación y las reducciones que he tenido que aplicar para hacer coincidir las imágenes y los tiempos de oralidad con el texto escrito. El editor de subtítulos que he utilizado ha sido muy útil al dar la opción de visualizar la onda de sonido y poder trabajar sobre ella.

Por último debo comentar que el editor de subtítulos elegido, pese a ser un programa muy completo, no ha sido todo lo útil que esperaba, pues no es posible cambiar los cuadros de subtítulos de posición ni añadir cuadros complementarios.

4 Conclusiones

Durante el desarrollo de este trabajo he tenido la oportunidad de conocer algunos datos sobre la traducción de textos científico-técnicos al español de los que no disponía y que han servido para afianzar algunos de mis pensamientos y concepciones sobre ella. He podido evidenciar gracias a los datos consultados que la producción en español y la traducción a esta lengua de este tipo de textos es un hecho que intenta cobrar importancia en la comunidad científica hispana. Además, al centrarme en textos de temática nuclear, he comprobado que las instituciones internacionales que trabajan en el campo nuclear publican sus documentos en varios idiomas, entre los que se encuentra el español. Mi conclusión, pues, acerca de este tema es que, aunque la mayor parte de la producción científico-técnica se haga en inglés, la demanda de traducción a otras lenguas, y más concretamente al español, es un campo abierto en el que el traductor profesional tiene cabida.

Otro de los objetivos que me había marcado en este trabajo era probar la metodología de traducción para textos médicos que propone Amal Jammal (1999) en un texto de temática nuclear. Con ello quería comprobar si la sistematización de una manera de traducir una temática específica podía ser útil o recomendable para otra y con ello, además, comprobar si es posible la versatilidad del traductor científico-técnico. He de decir que la metodología de Jammal ha funcionado perfectamente para esta traducción y que, salvo algunos puntos específicos de la traducción médica, he podido aplicar con éxito las recomendaciones que ofrece. También he comprobado que el traductor científico puede adaptarse a las traducciones de temas diferentes a aquellos con los que suele trabajar, aunque es cierto que el tiempo que debe dedicarle puede que sea algo mayor.

Por último quería comprobar si la subtitulación es una modalidad de traducción adecuada para textos audiovisuales de temática científico-técnica especializada. Debo admitir que, si bien la traducción audiovisual no la he tratado en profundidad, he encontrado bastantes problemas a la hora de sintetizar la información contenida en el video. El volumen de terminología y el número de vocablos por minuto contenidos en el discurso ha hecho muy difícil la consecución de esta tarea y los resultados que he obtenido no han sido del todo de mi agrado. Aun así, pienso que la subtitulación puede ser una opción muy válida e interesante para la traducción audiovisual especializada y que, por suponer todo un reto para el traductor profesional científico-técnico, no debe dejarse de lado.

5 Bibliografía

Agost, R. (2001). «Los géneros de la traducción para el doblaje». En M. Duro (Ed.), *La traducción para el doblaje y la subtitulación*. Madrid. Cátedra: 229-250.

Cambridge Dictionary. [Consultado octubre-noviembre 2020]. Recuperado de <https://dictionary.cambridge.org/es>

Centro Virtual Cervantes (2020). [Consultado el 10 de octubre de 2020] *El español en el mundo. Anuario del Instituto Cervantes 2020*. Recuperado de https://cvc.cervantes.es/lengua/anuario/anuario_20/

Consejo de Seguridad Nuclear (2012). [Consultado en octubre de 2020]. *El funcionamiento de las centrales nucleares*. Recuperado de

<https://www.csn.es/documents/10182/914805/El+funcionamiento+de+las+centrales+nucleares>

Díaz-Cintas, J., Remael, A. (2007). «Audiovisual Translation: Subtitling». St. Jerome Publishing. Manchester.

Foro Nuclear. Foro de la Industria Nuclear Española. [Consultado en octubre de 2020]. *¿Cómo funciona una central nuclear?* Recuperado de <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/como-funciona-una-central-nuclear/>

Franco Aixelá, J. (2013). «La traducción científico-técnica: aportaciones desde los estudios de traducción». *LETRAS*, (53), p. 37-60. Recuperado de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/letras/article/view/6316>

Franquesa, E. (2002). «La incidència de la terminologia en la traducció especialitzada». En A. Alcina, y S. Gamero, (Eds.), *La traducción científico-técnica y la terminología en la sociedad de la información. Estudis sobre la traducció*, n.10. Universitat Jaume I. Recuperado de <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/160754/9788480214094.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gil Bardají, A. (2008). «Procedimientos, técnicas, estrategias: operadores del proceso traductor». Recuperado de <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/8998/TREBALL%20DE%20RECERCA%20ANNA%20GIL.pdf?sequence=1>

Gutiérrez Rodilla, B. M. (2005). «El lenguaje de las ciencias». Ed. Gredos. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/259493791_El_lenguaje_de_las_ciencias

International Atomic Energy Agency. *El accidente de Fukushima Daiichi. Informe del Director General*, p.25-52. AIEA, Austria, 2015. Recuperado de <https://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SupplementaryMaterials/P1710/Languages/Spnish.pdf>

IATE, European Union terminology. [Consultado octubre 2020]. Recuperado de <https://iate.europa.eu/home>

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – IRSN (2012). *Understanding the accident of Fukushima Daiichi*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=YBNFvZ6Vr2U>

INTERTEXT, traducción y documentación multilingüe (2018). *El maletín del traductor: herramientas de traducción profesional*. Blog de INTERTEXT. Recuperado de <https://www.intertext.es/el-maletin-del-traductor-herramientas-de-traduccion-profesional/>

Jammal, A. (1999). «Une méthodologie de la traduction médicale». *META, Journal des traducteurs*, vol. 44, n. 2. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/Une-m%C3%A9thodologie-de-la-traduction-m%C3%A9dicale-Jammal/bb445451de99a9fa6d5071b665abeda669bc6870>

Linguee. [Consultado octubre-noviembre 2020]. Recuperado de <https://www.linguee.es/>

Martínez, B. (2011). «Posibilidades de la subtitulación profesional en 2011: teoría, práctica y tutorial con herramientas de código abierto». *La linterna del traductor*, n. 5. Recuperado de <http://www.lalinternadeltraductor.org/n5/subtitulacion.html>

Molina, L. y Hurtado Albir, A. (2002). «Translation Techniques Revisited: A Dynamic and Functionalist Approach». *META, Translation Journals*, vol. 47, n. 4. Recuperado de: https://pdfs.semanticscholar.org/62dd/4bbf555010c341df2712047ac7ce317528d4.pdf?_ga=2.101413505.1479449319.1607108498-1175466518.1605525609

Muñoz, J., Czurda, K. y Robertson-von Trotha, C. (2015). «Typologies of the Popular Science Web Video» (PREPRINT). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/279068887_PREPRINT_Typologies_of_the_Popular_Science_Web_Video#fullTextFileContent

Navarro, F.A. (2006). «Pequeño glosario inglés-español de términos jergales y coloquiales en medicina (2.ª parte: K-Z)». *Panace@* vol. VII, n. 24. Recuperado de: https://www.tremedica.org/wp-content/uploads/n24_tradyterm-navarro.pdf

Newmark, P. (1987). «Manual de traducción». Ed. Cátedra, Madrid, 1992.

Niño-Puello, M. (2013). «El inglés y su importancia en la investigación científica: algunas reflexiones». *RECIA, Revista Colombiana de Ciencia Animal*, vol.5 n. 1, p. 243-254. Recuperado de <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/487>

Ogea, M. M. (2015). «Traducción y subtítulo de documentales culturales de materia árabe en el marco de la traducción especializada: el caso de When the Moors ruled in Europe». Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 2016. Recuperado de

<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13396/2016000001260.pdf?sequence=1>

Olohan, M. (2020). Scientific translation. In M. Baker y G. Saldanha (Eds.), *Routledge Encyclopedia of Translation Studies* (3ª ed.), p. 510-514. Routledge. Recuperado de https://www.research.manchester.ac.uk/portal/files/120621772/Olohan2020ScientificTranslation_RoutledgeEncyclopedia.pdf

Ribera, A. (2016). Ciencia en YouTube. *Cuaderno de cultura científica*. Frontera. Recuperado de <https://culturacientifica.com/2016/06/23/ciencia-en-youtube/>

Sawant, D.G. (2013). *History of Translation*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/271640678_History_of_Translation

Tanarro, A. y Tanarro, A. (2008). *Diccionario inglés-español sobre tecnología nuclear. Glosario de términos*, 2ª ed. Tecnatom, S.A. y Foro Nuclear. Foro de la Industria Nuclear Española. Recuperado de <https://www.foronuclear.org/wp-content/uploads/2020/05/diccionario-tecnologia-nuclear-2a-edicion.pdf>