



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

La divulgación oral de la ingeniería en inglés: Un ejemplo de las conferencias TED

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA

Autor: Alejandro Mol Gómez-Vázquez
Director: Natalia Carbajosa Palmero

Cartagena, a 10 de diciembre de 2018



Universidad
Politécnica
de Cartagena

ÍNDICE

ÍNDICE	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. LA PRESENTACIÓN ORAL COMO GÉNERO DE COMUNICACIÓN ESPECÍFICA PARA LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA Y SU AUGE EN LENGUA INGLESA	4
2.1. Antecedentes de la divulgación científico-técnica	4
2.2. Siglo XXI y divulgación científico-técnica: de la transmisión escrita a la transmisión oral y de la diversidad de lenguas al inglés	5
2.3. Características de una comunicación oral efectiva.....	7
3. RECOPIACIÓN DE CONFERENCIAS TED	11
3.1. Descripción	11
3.2. Historia.....	11
3.3. Finalidad.....	13
3.4. Las charlas TED como material docente en general y para la enseñanza del inglés específico en particular.....	13
3.5. Estructura de una charla TED	14
3.6. Recopilación de charlas TED	16
4. ANÁLISIS DE CHARLAS TED	20
4.1. Características del análisis	20
4.2. Amos Winter: The Cheap All-terrain Wheelchair	21
4.2.1. Breve descripción de la charla.....	21
4.2.2. Análisis.....	22
4.3. Miguel Nicolelis: A monkey that controls a robot with its thoughts. No, really.	32
4.3.1. Breve descripción de la charla.....	32
4.3.2. Análisis.....	33
4.4. Vijay Kumar: The future of flying robots	43
4.4.1. Breve descripción de la charla.....	43
4.4.2. Análisis.....	44
5. CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	57
ÍNDICE DE FIGURAS	59
ÍNDICE DE TABLAS	60

1. INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Fin de Grado se caracteriza, en primer lugar, por su interdisciplinariedad, dado que en él confluyen, y de manera inusual para un graduado de una universidad politécnica, tres aspectos de la divulgación científica: a) los contenidos de ingeniería, b) la transmisión de dichos contenidos oralmente de una manera efectiva siguiendo el modelo ofrecido por las conferencias TED, y c) el uso mayoritario del inglés como lengua de transmisión científica.

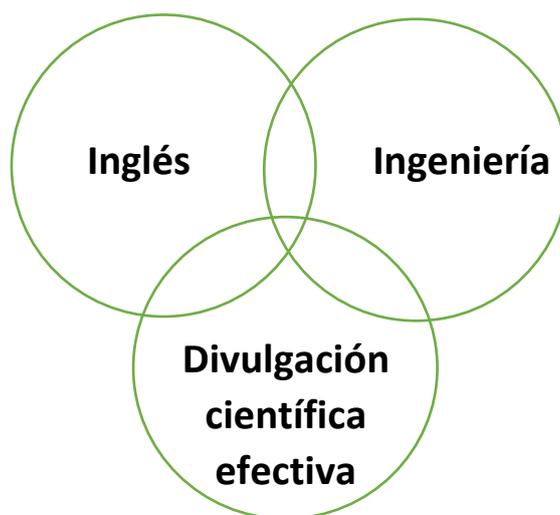


Figura 1: Confluencia de aspectos de este estudio

Aunque el trabajo aborda cuestiones filológicas relacionadas con las estrategias de comunicación oral, su aportación más importante reside en que el enfoque del que parte se ha trasladado de este ámbito más usual (el del lingüista) al del ingeniero, en un esfuerzo por poner de manifiesto para este último colectivo en general, y desde el contexto español en particular, la importancia no sólo de los conocimientos adquiridos, sino la necesidad de transmitirlos a la sociedad en su conjunto de una manera ágil y efectiva. Ello constituye, por tanto, el principal objetivo del estudio.

Para la consecución de dicho objetivo (poner de manifiesto la necesidad de que el ingeniero español acerque su trabajo al público en general mediante presentaciones que, sin perder rigor resulten breves y amenas), y tras dos secciones de contextualización, el meollo del estudio lo compone el análisis de tres conferencias TED relacionadas con distintos ámbitos de la ingeniería, y específicamente con asignaturas del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática y otros grados afines, tal como se imparten actualmente en la Universidad Politécnica de Cartagena. La metodología seguida es similar a la de un “análisis de texto” en la que los aspectos a) y b) de la divulgación científica anteriormente mostrados van confluyendo de distintas maneras. Se trata, pues, de un desglose, paso a paso, del tándem forma/contenido, destinado a que el ingeniero, por una vez, “aparque” la atención a sus fórmulas y tablas y levante la vista

hacia el público, diverso, pero con un gran interés, frente al que tiene la urgente necesidad de explicar sus hallazgos e investigaciones.

Consideramos que este acercamiento novedoso de un ingeniero a su propia ciencia (desde la necesidad de comunicación) puede abrir caminos paralelos a la investigación de un contenido concreto en sí en la universidad española. Por este motivo, y aunque el presente trabajo parte de la imbricación entre comunicación efectiva y la lengua mayoritaria de transmisión en la que ésta se realiza (el inglés), se ha decidido redactarlo y defenderlo en español. No hay ninguna razón por la que el ingeniero español no pueda realizar una comunicación en formato TED en su propio idioma, con lo cual este estudio podría suponer, como aportación adicional, un punto de partida para iniciativas de ese tipo.

2. LA PRESENTACIÓN ORAL COMO GÉNERO DE COMUNICACIÓN ESPECÍFICA PARA LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA Y SU AUGE EN LENGUA INGLESA

2.1. Antecedentes de la divulgación científico-técnica

La divulgación de la información científico-técnica, en principio escrita en forma de ensayos y artículos en revistas y en prensa, es una de las partes más importantes e influyentes en la transmisión de conocimiento, tal y como se ha venido practicando desde que, en el siglo XVII en Occidente, Sir Francis Bacon actualizara el formato clásico del ensayo científico y se empezaran a crear las sociedades científicas. Con su obra *Novum Organum* (1620), Sir Francis Bacon “creó un puente sobre ese vasto y profundo abismo que separa lo antiguo de lo moderno” (G. F. Rodwell, 1879, 262–264). La obra trata sobre la lógica del procedimiento científico-técnico, proponiendo un nuevo método centrado en la búsqueda del conocimiento de manera experimental. Ello contrasta de lleno con la forma en la que se concebía el conocimiento hasta entonces, pues se seguía una filosofía aristotélica en cuanto a un razonamiento deductivo, totalmente contrario al método de prueba y error. Esta filosofía permitía que un ciudadano medianamente culto pudiera dominar todo el vocabulario disponible en su sociedad en cuanto a oficios, materiales y demás elementos de la naturaleza, ya que se trataba de conocimientos básicos y poco específicos.

Un poco más adelante, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XVIII con la Revolución Industrial en Inglaterra, dicha divulgación científico-técnica se propagó a la misma velocidad con la que evolucionaba la sociedad, primero en Gran Bretaña, y posteriormente en Europa occidental. Esta transformación económica, social y tecnológica surgida derivó en una necesidad de divulgación de contenidos mucho más específicos, con un nivel de conocimiento bastante más complejo que el que poseía la sociedad hasta entonces. Aunque desde el siglo XVII existían los primeros boletines científicos como el *Journal des Savants* en Francia y el *Philosophical Transactions* en Londres, enseguida quedó patente la necesidad de creación de un mayor número de prensa especializada. Así surgieron nuevos conceptos propiciados por un aumento del nivel de conocimientos de la sociedad, como ocurrió, por ejemplo, con la división de ciencias y letras, concepto surgido durante la Ilustración, pero que a día de hoy está tan integrada en nuestra sociedad que la aceptamos como una verdad universal (Dertouzos *et. al.*, 1997, 397-403). Desde entonces, el vocabulario científico queda únicamente en manos de estudiosos en la materia y exclusivamente en el campo en el que se concentre dicho conocimiento.

(179) N^om. 111.
PHILOSOPHICAL
TRANSACTIONS.

Monday, April 2. 1666.

The Contents.

A Confirmation of the former Account, touching the late Earth-quake near Oxford, and the Concomitants thereof, by Mr. Boyle. Some Observations and Directions about the Barometer, communicated by the same Hand. General Heads for a Natural History of a Country, small or great, proposed by the same. An Extract of a Letter, written from Holland, about Preserving Ships from being Worm-eaten. An Account of Mr. Boyle's lately published Treatise, entituled, The Origine of Forms and Qualities, illustrated by Considerations and Experiments.

A Confirmation of the former Account touching the late Earth-quake near Oxford, and the Concomitants thereof.

His Confirmation came from the Noble Mr. Boyle in a Letter, to the Publisher, as followeth:
As to the *Earth-quake*, your curiosity about it makes me sorry, that, though I think, I was the first, that gave notice of it to several of the *Worshipful* at *Oxford*, yet the Account, that I can send you about it, is not so much of the *Thing* it self, as



Figura 2: Ejemplo de portada del boletín *Philosophical Transactions*

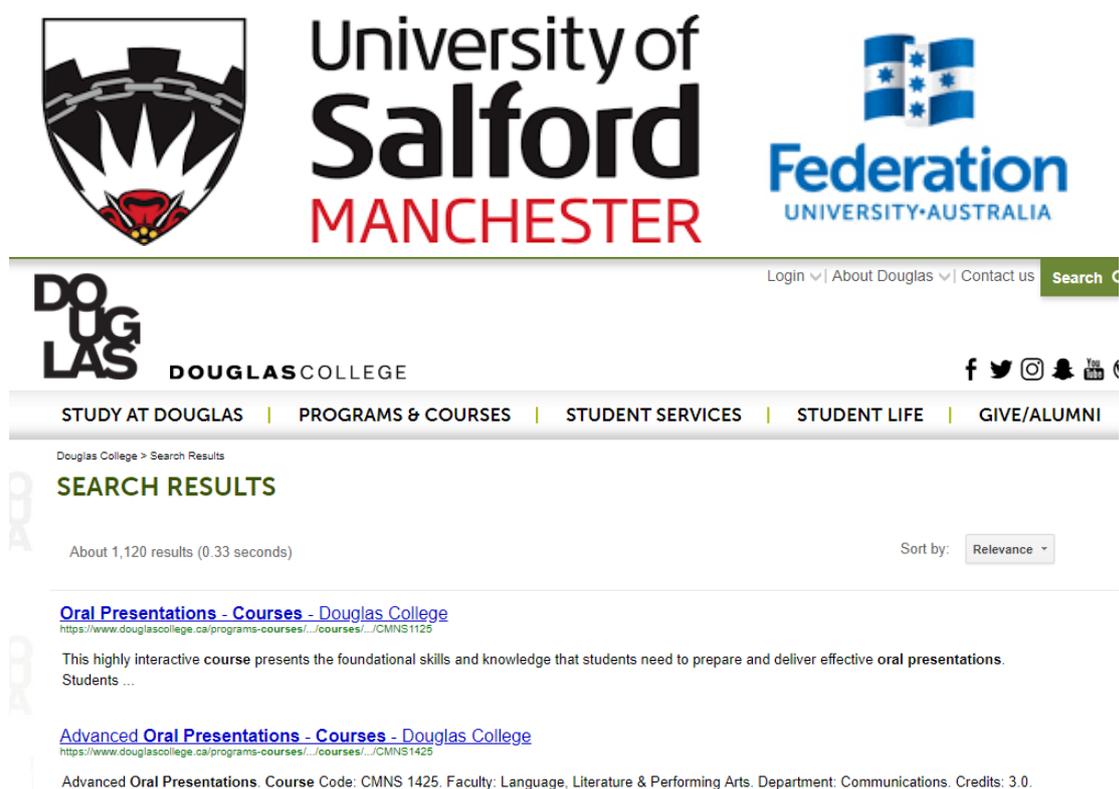
Ya en el siglo XX, el desarrollo de la ciencia corre paralelo a la militarización del continente europeo. El siglo, marcado innegablemente por dos guerras mundiales y una guerra fría, deja el mayor hallazgo realizado hasta la fecha: Internet. Este descubrimiento, inicialmente llamado Arpanet, surge en 1969 del contexto militar en el que se encontraba gran parte del globo y empezó siendo una red distribuida con cuatro ordenadores ubicados en distintas universidades de Estados Unidos (Cid y Allepuz, 2004, 60). Dertouzos vaticinó en el mismo libro referenciado anteriormente, que internet sería un mercado de información donde las personas y sus computadoras comprarán, venderán e intercambiarán libremente información y trabajos de información (Dertouzos *et. al.*, 1997, 397-403). Cuando se extendió su uso para fines científicos y académicos, surgió una transmisión de información científico-técnica sin precedentes, multiplicándose en velocidad y capacidad, lo cual proporcionó acceso a mucha más población a conocimientos especializados, con lo que el esfuerzo de divulgación se hizo todavía más perentorio.

2.2. Siglo XXI y divulgación científico-técnica: de la transmisión escrita a la transmisión oral y de la diversidad de lenguas al inglés

En el momento presente, el flujo de información a través de herramientas especializadas del tipo “google scholar” es tal que se calcula que un científico se ve obligado a actualizar sus conocimientos cada dos meses (André LeBlanc, *Artificial Intelligence and the future*, 2015). Si esto es así en el caso de los especialistas, el esfuerzo por asimilar, resumir y transmitir la actualización de tales conocimientos se convierte casi en una tarea titánica.

Por otra parte, la preocupación de las instituciones académicas por formar a sus especialistas en la divulgación de conocimientos científico-técnicos se pone de manifiesto

al realizar una sencilla búsqueda en internet y comprobar que multitud de universidades anglosajonas tienen páginas, e incluso asignaturas o cursos, dedicadas a la comunicación oral y escrita y a la transmisión de conocimientos especializados. De hecho, esta práctica es común a todos los países de la Commonwealth y todas las titulaciones, con independencia del grado y que éste sea de ciencias o letras. Algunos ejemplos pueden ser: University of Salford en Manchester, Douglas College en Canadá o Federation University en Australia.



The image shows a screenshot of a search results page from Douglas College. At the top, there are logos for the University of Salford Manchester and Federation University Australia. Below these, the Douglas College logo is visible, along with navigation links for 'Login', 'About Douglas', and 'Contact us'. A search bar is present with the text 'Search C'. The main navigation menu includes 'STUDY AT DOUGLAS', 'PROGRAMS & COURSES', 'STUDENT SERVICES', 'STUDENT LIFE', and 'GIVE/ALUMNI'. The search results section is titled 'SEARCH RESULTS' and shows 'About 1,120 results (0.33 seconds)'. The results are sorted by 'Relevance'. Two results are listed: 'Oral Presentations - Courses - Douglas College' and 'Advanced Oral Presentations - Courses - Douglas College'. The first result includes a brief description: 'This highly interactive course presents the foundational skills and knowledge that students need to prepare and deliver effective oral presentations. Students ...'.

Figura 3: Ejemplos de universidades con programas de comunicación oral

La importancia que esta cultura le concede, no solo a la investigación y al avance científico, sino también a la divulgación de conocimientos, es indudable. Sin embargo, no se trata de un fenómeno que ocurra únicamente en la actualidad. A lo largo de la historia y durante la Edad Antigua y la Edad Media, el latín fue la *lingua franca* de la ciencia en occidente, con independencia del desarrollo de las lenguas vernáculas para usos distintos a la divulgación científica. Pero esta situación empezó a cambiar a finales del siglo XVI con la Reforma Protestante y con el uso de la imprenta (Philip G. Altbach, 2007, 3609), dando paso a una explosión de información vertida en las lenguas vernáculas, a través de las cuales los nuevos estados reafirmaban su poder.

De hecho, tras la Segunda Guerra Mundial, con países angloparlantes económicamente dominantes y con una importante inversión en investigación por parte de Estados Unidos, la lengua inglesa se convirtió en el medio de transmisión científica por excelencia. Actualmente, es uno de los idiomas con más hablantes y más extendidos por todo el mundo, junto con el español y el chino mandarín (Moraza Herrero, 2014, 9), aunque este último muy centralizado en Asia. La influencia del inglés también destaca en

muchos otros ámbitos, como en la política internacional, en los intercambios comerciales o en producciones cinematográficas y musicales. Además, con la aparición de internet se ha acrecentado aún más esta dominancia global.

La cuestión es que la instrucción clásica para la divulgación científico-técnica, tanto oral como escrita, también se ha quedado escasa con relación a la velocidad de transmisión de conocimientos que las nuevas tecnologías están posibilitando. De ahí que, frente al género escrito, que por supuesto no va a desaparecer (de hecho, el volumen de publicaciones no hace más que crecer), esté cobrando auge un género oral nuevo, capitaneado por los autores de las *TED Talks* (entre otras muchas plataformas e iniciativas), a medio camino entre la conferencia académica tradicional y el “show” de divulgación televisiva. Un género que, sin renunciar al rigor del contenido, transmitido por investigadores de primera fila (premios Nobel, catedráticos de centros tan prestigiosos como el MIT), pero dando cabida también a jóvenes investigadores cuyo impulso es crucial para el avance de la ciencia, procura reducir el abismo entre generación de conocimiento y transmisión para no expertos de forma amena, efectiva y breve. Un género que, además, tiene muy presente el enfoque social de toda su divulgación (esto es, la necesidad de que la ciencia y la tecnología contribuyan a que el mundo sea mejor). Y, por último, un género que, por la extrema condensación del contenido a transmitir y el impacto mayoritario que busca, tiene un único secreto para su éxito: ensayar, ensayar y ensayar.

2.3. Características de una comunicación oral efectiva

El quid de la cuestión, desde la perspectiva de este trabajo, reside en que el “qué” es el “cómo”. Es decir: el uso del inglés impone un modo concreto y efectivo de presentación, lo cual no quiere decir que no sea exportable a la comunicación en otras lenguas. Ya con anterioridad a la popularización de las *TED Talks*, en las páginas de universidades anglosajonas encontramos instrucciones precisas para una comunicación oral efectiva: el “Assertion-EvidenceApproach” (Penn State University).

Se trata de una manera totalmente distinta a las que conocemos de presentar un trabajo científico, técnico o de cualquier especialidad frente a una audiencia en una sala a los modos tradicionales. Mediante este enfoque se consigue proyectar al público una historia coherente y convincente de un trabajo o estudio por medio de “mensajes” antes que listas de conocimientos variados. Dichos mensajes deben ser cortos y sencillos, y suelen ir acompañados de imágenes o pequeños dibujos que hacen que el receptor sea capaz de asimilar con rapidez el concepto que se está presentando. La ponencia se va elaborando en el momento, construida sobre estos mensajes cortos, referidos a temas profundos pero lo suficientemente esquematizados como para que el receptor no se considere incapaz de entenderlos en su totalidad. La nueva técnica de presentación dota al ponente de una gran capacidad de improvisación y confianza (adquirida con la práctica) que, de otra manera, resultaría imposible. Esta “improvisación ensayada”, transmitida con evidente seguridad, también la siente el público, facilitando así una mayor atención en el discurso y evitando distracciones durante el mismo.

Además, hay ciertas recomendaciones a tener en cuenta para una buena comunicación oral. Estas son:

1. Evitar el uso de un vocabulario demasiado complejo.

La jerga muy técnica o científica puede suponer una barrera para las personas no expertas en la materia y supondrá que éstas no se interesen en la ponencia, ya que la considerarán muy compleja. Ello aumenta la probabilidad de que el auditorio deje de prestar atención y pierda el hilo de la ponencia y, por tanto, el mensaje que se quiere transmitir. Se deben emplear palabras sencillas y accesibles, para que todos los receptores del mensaje puedan entender con claridad lo que se está explicando, sin incorporar tecnicismos o acrónimos innecesarios.

2. Evitar los llamados “bullet points”.

Este concepto consiste en la presentación de una transparencia con un listado de puntos o frases numeradas en las que únicamente exista texto, lo cual no sólo es aburrido para el lector, sino que, además, al mostrar una gran cantidad de texto, obliga al cerebro a realizar un enorme esfuerzo, lo que puede conllevar dejadez o una inconsciente pérdida de atención (Melissa Marshall, Talk nerdy to me, 2012).

Como se ha mencionado anteriormente, en lugar de “bullet points”, lo que se utiliza actualmente en universidades como el MIT o Penn State, o instituciones como Texas Instruments es la técnica del *Assertion-Evidence Approach*. El uso de buenas imágenes ayuda a transmitir el punto de vista de una manera atractiva y simple. Gráficos, diagramas o incluso mensajes auditivos son también grandes recursos para trasladar al oyente la información que se desea de una forma interesante y novedosa.



Figura 4: Pantalla inicial de la Penn State University

3. Características del público

Es importante también ser consciente en todo momento de a quién se está dirigiendo el ponente, pues hay distintas clases de público y cada uno de ellos requiere de una preparación especial, en base a las características de éste. Dichas características podrían ser la edad y la formación de los asistentes o la sala y la región donde se celebre la ponencia. Estas singularidades inherentes al auditorio pueden marcar, de una manera bastante importante, gran parte de la redacción y presentación de un discurso, tanto en el contenido como en la forma. Lo que este trabajo no debe perder de vista es la necesidad de que un experto en cualquier materia científico-técnica sea capaz de divulgar, esto es, explicar sin excesivas complicaciones conceptos complejos a un público lego pero que desea estar bien informado.

Además, es necesario tener clara la finalidad con la que se pronuncia un texto. Es diferente enfocar un discurso para transmitir información novedosa sobre un tema de actualidad, intentar persuadir a la audiencia para aceptar otro punto de vista, o alentar al público a tomar medidas contra algo específico. Finalidades muy distintas que el orador tiene que tener claras desde un principio, a fin de poder trasladar al oyente su mensaje de una manera sencilla.

4. Estructura del discurso

Definir una clara estructura del discurso ayudará a ordenar la información y a recordar las ideas clave que se quieren transmitir. El público podrá guiarse así de una manera fácil, sin perder el hilo, por los temas que se van a tratar. La estructura de la presentación debe ser una estructura básica, con introducción, cuerpo y conclusión. Este tipo de estructura delimita claramente las partes del discurso, por lo que constituye una guía simple para el seguimiento del mismo.

- **Introducción:**

En esta primera parte es indispensable involucrar a la audiencia, esto es, hacer que desde un primer momento el público esté interesado. Esto será clave en el devenir de la ponencia. Tal objetivo se puede conseguir realizando una pregunta, planteando un problema o mostrando un vídeo muy corto, en el que se puede ver el camino que va a tomar el orador.

También se deben presentar las ideas principales de manera muy resumida, para que el oyente se sienta intrigado y mantenga alta su atención.

- **Cuerpo:**

El cuerpo debe contener una estructura clara en cuanto a las ideas principales se refiere. Se comentarán uno tras otro los puntos clave, recomendando un máximo de tres y evitando cargar con demasiada información al oyente. Se explicarán detalladamente los puntos más importantes y los conceptos que pueden ser más difíciles de entender, hablando más lento y pronunciando de forma más clara de lo habitual si fuera necesario.

- **Conclusión:**

En esta última parte se deben resumir los puntos clave y las conclusiones principales, haciendo hincapié en el mensaje que se ha querido transmitir. Se debe evitar la aportación de nueva información y también acabar abruptamente. Esto se consigue fácilmente lanzando al aire una pregunta o dejando abiertas una o múltiples posibilidades.

Cerrar la conferencia con una anécdota personal hace que el público se identifique con el ponente. A la gente le encanta escuchar historias o anécdotas y así sentirán una conexión más potente con el orador.

5. Ensayo y práctica

La práctica, como ya se ha señalado, es fundamental en una buena presentación. Repetir el discurso varias veces, de pie y en voz alta, antes de enfrentarse a un auditorio resulta

muy beneficioso para controlar el tiempo de duración, las pausas, la respiración, etc. Mantener una postura relajada y positiva, con las manos siempre visibles, influirá en el público y mantendrán la atención en el ponente. Además, se debe ser consciente en todo momento del tono y volumen de la voz empleado, enfatizando en momentos que lo requieran y realizando pausas donde convenga.

6. Sensación de cercanía

El contacto visual y repetido en muchas ocasiones con el auditorio muestra seguridad y suficiencia, lo que transmite complicidad y sinceridad, sintiendo el espectador que realmente se le está ayudando a entender lo que se está explicando. El uso de palabras retóricas, repeticiones estratégicas o pausas prolongadas intencionadas dan a la presentación un énfasis que atrae al público, generando una mayor expectación y focalizando toda la atención en el ponente.

7. No leer y apoyarse en el equipamiento

En ningún caso se recomienda leer el discurso de principio a fin, ya que no es muy atractivo ver como alguien lee un trozo de papel. Pequeñas tarjetas en lugar de un gran folio de papel pueden ayudar a seguir el orden de la ponencia, evitar leer en exceso y mantener el contacto visual con el público.

Conocer el equipamiento del que se va a disponer y saber manejarlo con cierta soltura será muy importante a fin de evitar, en la medida que sea posible, algún problema con el mismo durante la charla. Es bueno ayudarse del equipamiento, por ejemplo, para controlar los tiempos o para desarrollar una sucesión de diapositivas.

8. Aspectos no verbales¹

Los movimientos de la cabeza son un aspecto importante en este tipo de conferencias. Asentir o negar con la cabeza para enfatizar el mensaje, o ladearla hacia un lado expresando inclusividad ayuda en la transmisión de la comunicación cuando van debidamente coordinados con el lenguaje verbal. También los gestos con las manos proporcionan un énfasis extra con el que ayudar al receptor del mensaje.

En conclusión, es importante transmitir el mensaje que se desea, pero también lo es el cómo se transmite dicho mensaje. Tanto los aspectos verbales como no verbales marcarán el desarrollo de la charla y, en gran medida, el éxito de ésta.

¹ Sería interesante, en un trabajo de estas características, abordar con mayor detenimiento los aspectos de la comunicación no verbal, esto es, todo lo que tiene que ver con la multimodalidad, lo cual desgraciadamente excede los límites de nuestros objetivos. Para mayor información sobre multimodalidad, véanse: “Technology, literacy, learning: A multimodal approach” (Jewitt, 2012) o “Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication” (Kress, 2009).

3. RECOPIACIÓN DE CONFERENCIAS TED

Aunque ya se ha hecho alusión en la primera sección a las *TED Talks*, en esta parte se incidirá en sus características y objetivos en relación con la divulgación científico-técnica que realizan en la era de la ultra-especialización digital. De ahora en adelante, puesto que este estudio está redactado en español, nos referiremos a las *TED Talks* como charlas TED. El título de este trabajo contiene la palabra “conferencias” porque se quiere subrayar su inclusión en el género conocido como “presentaciones orales”. y dicha palabra es más descriptiva en ese sentido. No obstante, en el análisis de este trabajo, y siguiendo la propia intención de las charlas en no ser demasiado formales ni distantes, se utilizará un término más coloquial y fiel al original como es el de “charla”.

3.1. Descripción

TED es una organización sin ánimo de lucro, dedicada a la difusión de ideas mediante charlas breves, cuyos ponentes son personas de todas las disciplinas y culturas que buscan una comprensión más profunda del mundo. Se basan en la creencia de que el poder de las ideas puede cambiar la actitud y la vida de las personas y, por consiguiente, el mundo. Esta comunidad global surgió como una conferencia en la que convergieran Tecnología, Entretenimiento y Diseño (TED), y hoy en día cubre la mayoría de temas como ciencia, empresa y problemas globales, entre otros muchos. Las charlas son traducidas por traductores especializados de forma voluntaria a más de 100 idiomas y mediante eventos realizados por todo el mundo a lo largo del año, se ha consolidado como un fenómeno social en los últimos años.

Tanto es así que su web, TED.com, se ha convertido en un enorme centro de intercambio de conocimiento gratuito, en el que los usuarios pueden opinar y comentar vídeos de los pensadores más inspiradores del mundo. Esta web nace para poder difundir mejor todo el contenido que se genera en estas charlas, para que sea accesible y llegue más fácilmente a todas las partes del planeta.

3.2. Historia

En 1984, fue Richard Saul Wurman el que observó una poderosa conexión entre tres campos fundamentales en la vida: tecnología, entretenimiento y diseño. La primera producción de esta organización, que también cofundó Harry Marks, incluía gráficos en 3D de última generación de Lucasfilm (productora de películas mundialmente conocida) y una demostración del matemático Benoit Mandelbrot, sobre cómo mapear las costas usando su teoría en desarrollo de la geometría fractal. Pero a pesar de lo interesante de esta producción, el evento generó pérdidas y pasaron seis años hasta que Wurman y Marks lo intentaran nuevamente. Esta vez, en 1990, la sociedad sí estaba preparada para algo tan novedoso, y la conferencia se convirtió en un evento anual celebrado en Monterrey, California, atrayendo cada año a una mayor audiencia de numerosas disciplinas, unidas por su curiosidad y por su afán de conocer los últimos descubrimientos y novedosos pensamientos en estos campos.

Ya en el año 2000, el empresario de medios Chris Anderson adquirió TED a través de su fundación sin ánimo de lucro llamada Sapling Foundation. Anderson mantuvo los principios que hicieron de TED uno de los eventos más destacados y emocionantes del año. Mientras tanto, la lista de ponentes se iba ampliando, incluyendo científicos, filósofos, músicos o líderes empresariales y religiosos entre otros. Pronto quedó patente que las ideas y la inspiración generadas en estas charlas debían tener un gran impacto fuera de los límites de la ciudad de Monterrey.

Durante los años 2001 a 2006, la familia TED creció, surgiendo diferentes ramas en la organización:

- Una conferencia hermana llamada TED Global, celebrada por todas las partes del mundo,
- El Premio TED, otorgado a los ganadores con mayores deseos de cambiar el mundo,
- *TED Talks*, con el mejor contenido de TED puesto gratuitamente en línea.

Las primeras seis charlas TED se subieron a la red en junio de 2006 y para septiembre ya habían alcanzado más de un millón de visitas. Estas charlas se convirtieron en algo tan popular que, en 2007, la web se reformó en torno a las charlas TED, dando acceso libre en todas las partes del mundo. En 2008 se lanzó TED Active, que permitía la emisión en directo de la conferencia TED de primavera. En el año 2009, los vídeos de charlas TED alcanzaron 100 millones de visitas, haciendo que gente influyente como Jill Bolte Taylor o Sir Ken Robinson, se convirtiera en verdaderos altavoces de estas charlas y se reconociera su valor en internet. Casi al mismo tiempo se creó TEDx, un cambio radical en la forma en la que se organizaban estos eventos. Con este nuevo formato se establecen eventos locales organizados independientemente por todas las partes del mundo. Al mismo tiempo, se fueron creando las infraestructuras necesarias para la creación del programa TED Translator, con el que se pueden traducir las charlas TED a más de 100 idiomas distintos. En marzo de 2012 se lanzó TED-Ed, que albergaba breves lecciones de vídeo dirigidas principalmente a educadores y maestros, como ayuda para sus enseñanzas y en abril del mismo año se estrenó TED Radio Hour, asociación que recoge ideas e historias traídas de las charlas TED a oyentes de las distintas radios públicas.

Durante todo este tiempo han pasado por las charlas TED grandes personajes de todos los campos posibles. En el campo de la tecnología encontramos, por ejemplo, a Bill Gates o a Nicholas Negroponte. En cuanto al mundo de los negocios, podemos destacar a Elon Musk, creador de Tesla Motors o PayPal entre otras compañías. Pero también es de destacar la incorporación de personas anónimas con una visión particular sobre el futuro que desean compartir. La web de las charlas TED tiene un promedio de 17 visitas por segundo, y esto sigue en aumento, por lo que es muy importante destacar que las conferencias y eventos de TED continúan inspirando, motivando y emocionando, tanto a asistentes presenciales como a visitantes online. Ken Robinson afirma sobre TED y sus charlas en particular lo siguiente: “What TED celebrates is the gift of the human imagination” (Ken Robinson, Do school kill creativity? 2006).

3.3. Finalidad

Todos estos proyectos se realizan en base a una labor social, con el objetivo de acercar y promover distintas ideas y culturas mediante un acceso libre y gratuito a todo el planeta. TED, como se ha comentado anteriormente, pertenece a una organización sin ánimo de lucro y sin afiliación partidaria, lo que supone, en la medida de lo posible, garantía de objetividad y honestidad. Es por ello que podría haber dudas en cuanto a la financiación que recibe TED. Pues bien, la financiación de TED se debe principalmente a las entradas que se venden por asistir a conferencias, patrocinios, apoyo de fundaciones y venta de libros, y estos ingresos son reinvertidos en más vídeos, desarrollo web, alojamiento en la nube y, por supuesto, al pago de salarios a los empleados. En TED son muy selectivos con las organizaciones y fundaciones asociadas y que contribuyen a que TED sea un proyecto sostenible. Aunque también hay donantes individuales que aportan gran cantidad de fondos de manera altruista.

3.4. Las charlas TED como material docente en general y para la enseñanza del inglés específico en particular

En los últimos años, con una mayor popularidad de este tipo de fenómenos gracias a internet, se han ido incorporando las charlas TED como material docente, aplicándose en diferentes ámbitos de la educación. Las presentaciones orales han ido tomando importancia como género académico, sobre todo con estudiantes de lengua inglesa y en entornos académicos y laborales. Esto ocurre incluso en países donde el inglés no es una lengua que hable la mayoría social, ni siquiera una lengua que se imparta en las escuelas. Pero se puede comprobar que las habilidades que una persona obtiene gracias a las presentaciones orales son muy importantes en el desarrollo de su ámbito educacional, laboral e incluso social.

Existen ya, de hecho, numerosas publicaciones dedicadas a tal fin, es decir, estudiar la importancia de las charlas TED en entornos educativos. También se proponen desde páginas especializadas en educación algunos ejemplos de charlas muy útiles e interesantes, con los que se busca de alguna manera revolucionar la forma de pensar de niños y jóvenes (Educación 3.0, 2018).

Las charlas, al ser tantas y tan variadas, permiten elegir entre un amplio abanico de temas, por lo cual pueden servir para múltiples fines. Por ejemplo, se podrían elegir ciertas charlas según su contenido. Así, estudiantes de grados tecnológicos podrían aprender las últimas novedades sobre ciencia y tecnología, o estudiantes de medicina podrían complementar sus estudios con charlas sobre avances en este campo, o, al contrario, sobre lo poco que se avanza en algunos países en desarrollo en cuanto a medicina y salud. Otro ejemplo podría ser el uso de una selección de charlas como aprendizaje del inglés. Gracias a las traducciones que se realizan de todas las charlas TED se pueden utilizar éstas como método para aprender inglés o incluso otro idioma, ya que, como se ha comentado anteriormente, las charlas se traducen a más de 100 idiomas. También se podrían utilizar estas charlas para otro fin, como el de analizar el modelo de comunicación que se propone en cada ponencia. Se han propuesto tres ejemplos, pero como se puede comprobar, existen multitud de fines.

De hecho, en la cultura anglosajona, en niveles educativos inferiores como primaria y secundaria, hace décadas que se utilizan métodos consistentes en preparar una pequeña charla sobre algún tema visto en clase con ayuda de elementos visuales. Esta mini-presentación servirá para desarrollar la parte comunicativa y que, desde pequeños, los alumnos sean conscientes de la importancia de la comunicación oral. El género, surgido en el mundo anglosajón, se ha exportado al resto de países y concretamente a España en los últimos años.

En cuanto a las presentaciones orales en el ámbito de la educación a nivel universitario, se pueden distinguir dos enfoques. Un enfoque en el que las presentaciones se realizan en el aula de inglés enseñado con fines generales (EGP, por sus siglas en inglés, *English for General Purposes*), y otro distinto, en el que se realizan en el aula de inglés con fines específicos (EAP/ESP, *English for Academic Purposes / English for Specific Purposes*) (Chang, y Huang, 2015, 30). Particularizando en nuestra universidad y, concretamente en los grados de ingeniería, las técnicas de presentación oral que se realizan parten de un enfoque profesional/académico, como ocurre, por ejemplo, con la instrucción al respecto que proporciona la asignatura de Inglés Técnico en la Universidad Politécnica de Cartagena. Dicha asignatura se imparte en los distintos grados de ingeniería, y las presentaciones versan sobre los conocimientos adquiridos durante el grado, familiarizándose con el vocabulario técnico en lengua inglesa y aprendiendo a desarrollar cierta soltura en cuanto a las presentaciones orales en este idioma. Siempre es complicado realizar una exposición frente a un público, aunque sea un profesor y compañeros de clase, pero hacerlo además en una lengua distinta a la materna aporta un plus especial que ayuda a formarse a los estudiantes de una manera mucho más intensa en este campo.

3.5. Estructura de una charla TED

En la publicación “Incorporating TED talk assignments into a public-speaking course” se observan una serie de detalles que hay que resaltar. En este artículo (Hayward, 2017, 1-7) se menciona una charla TED de Nancy Duarte, consultora en presentaciones orales, y en dicha charla se profundiza sobre la forma que tiene la estructura de las grandes charlas de la historia. Señala que ciertas personas cambiaron el mundo a través de sus discursos. Pero podría no haber sido así si no hubieran sabido comunicar la idea que querían transmitir. Duarte afirma lo siguiente: “if you communicate an idea in a way that resonates, change will happen, and you can change the world” (Duarte, *The secret structure of great talks*, 2011). Una idea se queda sólo en eso, una idea, si no se comunica y se transmite al resto de la gente. Y la forma más eficaz para transmitir dicha idea, es a través de las historias. Durante miles de años las historias han servido para transmitir la cultura y los valores generación tras generación. Cuando una historia bien estructurada y ensamblada es contada, se obtiene una reacción física del oyente, que la interioriza sintiendo una fuerte conexión con el orador.

Hay muchas estructuras posibles a la hora de contar una historia en una presentación oral. Aristóteles, por ejemplo, seguía una estructura con tres actos: principio, cuerpo y final. Gustav Freytag, un dramaturgo alemán, presentaba las historias con una estructura de cinco actos: exposición, incremento de la acción, clímax, decremento de la

acción y desenlace. Pero Duarte, tras estudiar durante años estas estructuras, decidió combinar dos de las grandes charlas de la historia, como son las de Martin Luther King o Steve Jobs en 2007, sobre el lanzamiento del primer iPhone. Incluso el discurso de Gettysburg de Abraham Lincoln sigue esta misma forma. La base que propone Duarte consiste en presentar el problema tal cual es, explicando cuál es la situación y lo que está ocurriendo para, a partir de ahí, comparar esa situación con lo que podría ser, con la solución que se propone. Cuanto más se amplía la brecha entre lo que está ocurriendo y lo que podría ser más fuerte es la creencia en la idea que se propone. Se trata, simplemente, de otra estructura totalmente válida en cuanto a la presentación de una historia ante un auditorio.

A partir de los elementos citados se observa que, aunque las charlas TED pueden parecer desestructuradas al ojo inexperto, tienden a seguir un formato específico y persuasivo que resalta la pasión por un tema concreto (Romanelli *et. al.*, 2014), formato que, en cierto modo, es lo que le confiere gran parte de su éxito. Con esta estructura común a todas las charlas, se consigue atraer a todo el público, focalizando la atención en el ponente e involucrándose en el tema sobre el que trata la ponencia. La estructura siempre tendrá una historia atractiva y en dicha historia se incorporarán imágenes y elementos multimedia mientras se presenta verbalmente la información. Además, la interacción entre elementos verbales y visuales resalta la interrelación de la invención y la organización en el discurso público contemporáneo, intentando conseguir una mezcla perfecta entre la improvisación y el orden. Así, los elementos multimedia se convierten en algo más importante que una ayuda. Se convierten en una pieza fundamental para llegar a desarrollar una relación entre el orador y la audiencia, fomentando las conexiones personales entre ambas partes. Una charla TED, pese a su innovación y una gran complicidad entre las partes, no deja de ser una charla formal entre un orador y un público que no participa activamente en la ponencia. No hay interacción ni discusión, pero esta comunicación unidireccional no evita las conexiones personales que se mencionaban anteriormente. Por tanto, se puede decir que los responsables del aprendizaje y educación de los estudiantes deberían asistir a este tipo de eventos, para aprender a comunicar con eficacia y transmitir la información de manera efectiva.

Se puede concluir que, analizando diferentes artículos para la realización de este capítulo, se observa que en todos ellos hay un afán de analizar en profundidad las charlas, para enseñar a los alumnos a mejorar sus estrategias de comunicación. Sin embargo, lo que se propone en el presente trabajo es realizar el camino de manera inversa. Mediante la selección de algunas charlas efectivas desde el punto de vista divulgativo y comunicativo, se analizará cómo, a través de esa manera efectiva de comunicar, se transmite la ciencia y la tecnología para un público más amplio. Es decir: partimos del modelo comunicativo propuesto, y de la lengua en la que mayoritariamente se ha popularizado, pero para analizar hasta qué punto el contenido se relaciona, en efecto, con la comunicación científica, en este caso, desde el ámbito de la ingeniería. Por ello, se analizarán estas charlas desde un enfoque de ingeniero y no de comunicador, aunque no se puede obviar la intersección entre ambos campos, de ahí que en esta sección se haya incidido en la relevancia del modo de comunicar. La confluencia entre campos observada en nuestra selección, además, constata la necesidad de que el profesor, investigador o ingeniero español que desee transmitir sus conocimientos científicos lo haga mediante una comunicación oral efectiva, para poder llegar de una manera poderosa al oyente.

3.6. Recopilación de charlas TED

En este apartado se procederá a una recopilación de charlas que tengan una relación importante con los contenidos estudiados en el Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, y más adelante se analizarán algunas de ellas en profundidad en base a unos criterios que se expondrán previamente.

La búsqueda se ha realizado sobre más de 2200 charlas presentadas desde enero del año 2012 hasta la actualidad. Se podría conjeturar que la mayoría de contenidos que se suben a la web de TED de forma casi diaria tratan temas contemporáneos, proyectos de investigación recientes o en desarrollo y problemas que preocupan en la población. Y así ocurre.

Con una rápida visión general de las charlas, pero particularizando en contenidos del grado, se puede observar que hay algunos temas que aparecen de forma mayoritaria sobre el resto. De las 2250 charlas analizadas, se ha comprobado que aproximadamente 100 tienen una relación directa con los estudios realizados, pues se presenta un tema propio de una asignatura cursada y se focaliza la presentación sobre ella. Pero existe una gran cantidad de charlas en las que se utilizan temas relativos al grado con un fin distinto, como temas sociales, filosóficos o de superación personal. Éstas no se han incluido en el estudio, pues así también se conseguía una manera de acotar por temas claramente diferenciados. En el siguiente gráfico se muestran todos los campos relacionados con los estudios del grado cursado expresados en porcentajes:

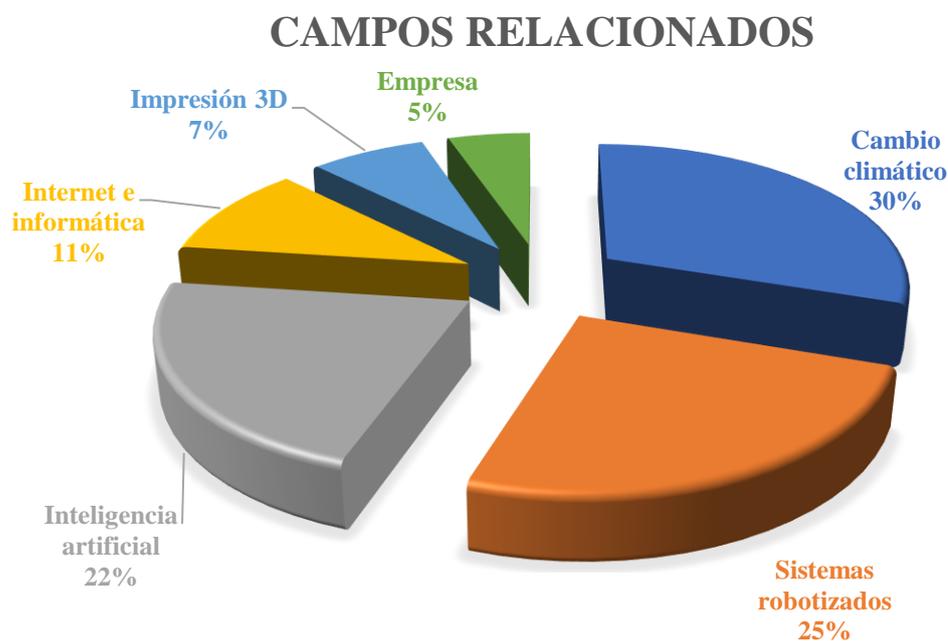


Figura 5: Porcentaje de temas relacionados con el grado. Elaboración propia

Como se puede comprobar, la mayoría de charlas relativas a contenidos del grado versan sobre temas acerca de contaminación y cambio climático, y cómo se podrían reducir sus efectos en un mundo tan globalizado como el nuestro. Durante estos años en la universidad, cada profesor en cada asignatura ha sido consciente de enseñar que los recursos que existen son escasos y que se genera una cantidad ingente de desechos.

Es, sobre todo, en la asignatura de **Tecnología Medioambiental** cursada en el tercer año, donde se aprende a valorar y gestionar los recursos existentes en la naturaleza, y la influencia de la contaminación existente en el medio acuático, presente en la atmósfera o vertidos en el suelo, para tratar de evitar que la acción del ser humano termine destruyéndolos. También es importante la normativa vigente y los continuos cambios que se aplican sobre ella para mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Hay multitud de charlas en las que se aborda la problemática de la contaminación, del cambio climático o el efecto invernadero, pero para una mayor claridad visual, en el gráfico se han unificado temas más específicos de este gran campo, como pueden ser las energías renovables, los procesos de reciclaje o los desechos que se vierten al mar. Por ejemplo, en la charla “The surprising solution to ocean plastic” se muestra una solución totalmente válida para el reciclaje del plástico, evitando que acabe en el mar. Según Katz, el 80% del plástico que acaba en el océano proviene de países en extrema pobreza, cuyas preocupaciones diarias son tener comida y un techo, no el reciclaje (David Katz, 2017). Por otro lado, Hannah Bürckstümmer en su charla TED, muestra las últimas novedades en el campo de la captación de energía solar (Bürckstümmer, A printable, flexible, organic solar cell , 2017). En los últimos años se ha producido un considerable aumento de consumo de energías renovables en toda la Unión Europea (Eurostat, 2018), por lo que las empresas están invirtiendo mucho en investigación e innovación sobre nuevas tecnologías. Actualmente no existe un aprovechamiento de la energía solar como una fuente inagotable de energía. Un recurso que está a nuestra disposición y que no se está aprovechando como se debiera.



Figura 6: Bürckstümmer en su TED Talk



Figura 7: Célula solar totalmente innovadora

El siguiente tema más repetido entre las charlas analizadas abarca un asunto tan actual como es el campo de la inteligencia artificial. Es una materia que, además, aumenta día tras día en contenidos y en divulgación, pues es obvio que la mayoría de avances tecnológicos que se realizan recientemente pasan por conseguir un mundo más inteligente y una (aún más) estrecha relación hombre-máquina. Muchas soluciones a problemas presentes serán remediadas gracias a la inteligencia artificial. Esta materia tiene una gran conexión con los contenidos del grado del que procedo, pues realmente la gran mayoría de asignaturas cursadas en estos años profundizan en el apoyo que la inteligencia artificial puede proporcionar a cada campo en particular, como puede ser la automatización de sistemas o la fabricación de un producto.

Dentro de esta materia hay un tema sobre el que se han realizado multitud de publicaciones en la web de TED. Éste trata sobre la confluencia entre la realidad aumentada y la medicina. Varias charlas pretenden poner de manifiesto las ventajas de la unión de ambos campos. Por ejemplo, la presentación titulada “How augmented reality could change the future of surgery” demuestra la necesidad de ayudar a los cirujanos durante una operación mediante nuevos sistemas y técnicas de colaboración entre médicos (Hachach-Haram, 2017). Y en la charla “How AI is making it easier to diagnose disease” se comprueba cómo un algoritmo podría reducir drásticamente el coste de pruebas diagnósticas mediante la simple toma de imágenes con un teléfono móvil (Shah, 2017). También hay charlas en las que se comentan otras aplicaciones que tendrá en un futuro cercano la inteligencia artificial, como en temas de videojuegos o deportes.



Figura 8: Imagen portada de una entrada de blog en la web de TED

Desde el punto de vista de un graduado en ingeniería, se puede observar que un porcentaje bastante importante de las charlas trata sobre temas relacionados con la tecnología e ingeniería, y cómo aplicar éstas en pos de mejorar la calidad de vida del ser humano y el mundo que nos rodea. Incluso en vídeos en los que se tratan otros temas totalmente distintos y ajenos a los contenidos del grado, se recurre a la tecnología para dar una solución al problema planteado. Además, hay muchas presentaciones en las que se relacionan temas diferentes del grado entre ellas, como ocurre con la charla: “A robot that eats pollution”, de Jonathan Rossiter. En ella convergen dos de los grandes campos explicados anteriormente como son los sistemas robotizados y la contaminación. Este invento tan creativo surge de la imperiosa necesidad de reducir la contaminación presente y, como Ken Robinson afirma, esta creatividad: “comes about through the interaction of different disciplinary ways of seeing things”. (Ken Robinson, Do schools kill creativity?, 2006).

4. ANÁLISIS DE CHARLAS TED

4.1. Características del análisis

Una vez que se ha especificado la utilización de las charlas TED y su importancia dentro de la comunicación profesional oral, en este capítulo se realizará un análisis en profundidad sobre algunas charlas concretas de las preseleccionadas en el capítulo anterior. Las presentaciones han sido escogidas por su relación con los contenidos estudiados en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en particular, aunque también presentan similitudes con contenidos del resto de grados de ingeniería industrial, como el Grado en Ingeniería Mecánica entre otros. Además, esto ocurre no sólo tal como se imparten estos grados en la Universidad Politécnica de Cartagena sino en la universidad española en general. Por los límites de la extensión de un trabajo de grado, hemos reducido el análisis a tres charlas, dado que se ha preferido que éste fuera exhaustivo, a un análisis menos completo de un mayor número de presentaciones.

En este apartado, por tanto, serán objeto de estudio diferentes características como el contenido de la charla, la expresión y estrategia de comunicación del ponente o la efectividad de la comunicación. Todo ello teniendo siempre en mente, una vez más, el doble objetivo de poner de manifiesto, por un lado, la importancia de la divulgación científico-técnica oral; y por otro, la necesidad del uso del inglés como lengua de comunicación internacional. No sólo por ser la lengua compartida en este ámbito sino, al mismo tiempo, porque a través de ella se materializan esas estrategias de comunicación efectiva que, como ya se ha visto en estadios anteriores del trabajo, han popularizado sobre todo las universidades anglosajonas. De este modo, se puede llegar a decir que el “cómo” importa tanto como el “qué”, en otras palabras, medio y mensaje confluyen para hacer accesible la ciencia y la tecnología, y sin perder rigor, al ciudadano común. Lo que el presente estudio aporta, en ese sentido, es la mirada de un graduado en ingeniería de una universidad española, llevando de este modo el doble enfoque (divulgación pautada por especialistas y estrategias de comunicación tomadas del inglés como lengua de conocimiento internacional) al ámbito de nuestro contexto socio-académico más próximo.

4.2. Amos Winter: The Cheap All-terrain Wheelchair²



Figura 9: Imagen inicial de la presentación: The Cheap All-terrain Wheelchair

4.2.1. Breve descripción de la charla

Esta charla ha sido seleccionada por reunir una gran cantidad de temas relacionados con los estudios del grado cursado. Este vídeo de un joven ingeniero mecánico e investigador del MIT (Massachusetts Institute of Technology), Amos Winter, realizado en 2012, trata sobre las necesidades de una persona con movilidad reducida para poder desplazarse. Parece lógico que, en un país desarrollado y con unas capacidades económicas aceptables, estas necesidades básicas no supongan impedimento alguno en la vida cotidiana de la población. Sin embargo, en un país en vías de desarrollo es muy distinto. En tales países, donde la mayoría de sus habitantes viven en áreas rurales, hay que recorrer muchos kilómetros para ir a la escuela o al trabajo y, en muchos casos, por terrenos duros y difíciles. Winter observó que esta serie de condiciones eran subsanables con una silla de ruedas que implementara un diseño distinto y novedoso. Para ello, se fijó en las bicicletas de montaña, con las que se puede recorrer una larga distancia y en un terreno irregular gracias a su cadena de engranajes. Winter pensó que, utilizando unas palancas que ofrecieran un mayor par cuando se necesitara una mayor fuerza, se conseguiría una menor velocidad, pero sería apta para terrenos difíciles. La técnica ya se había implementado antes, pero los prototipos tenían un coste muy elevado, y una de las premisas de este proyecto era que el coste no podía superar los 200\$. La silla también debía ser apta para ser usada dentro de casa y poder ser reparada en tiendas locales con herramientas básicas. Mediante palancas y engranajes se consigue un mecanismo muy sencillo con el que la silla adquiere características similares a una bicicleta de montaña cumpliendo todas las premisas mencionadas anteriormente.

² Los enlaces de las charlas se encuentran disponibles en la bibliografía.



Figura 10: Amos Winter en su presentación

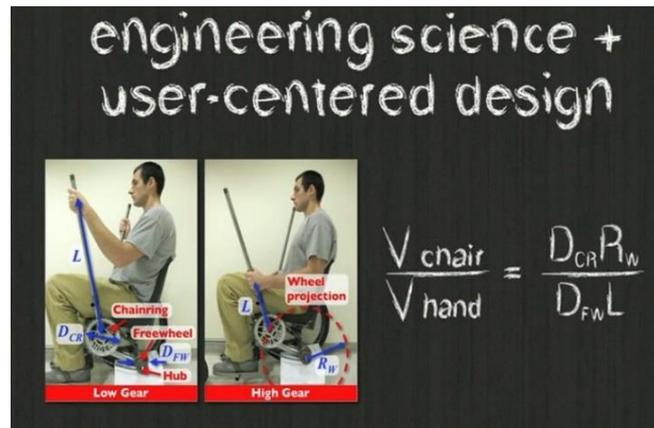


Figura 11: Diapositiva utilizada en la presentación

4.2.2. Análisis

Con el fin de analizar el contenido de la charla, se estudiarán a continuación las características que se consideran más importantes en cuanto a la transmisión del conocimiento. Es necesario aclarar que el aspecto principal que se va a analizar será el bloque de contenido específico, ya que en el presente trabajo se parte desde un punto de vista enfocado a la ingeniería. Sin embargo, los aspectos de cariz social o expresión y aspectos comunicativos también son importantes, ya que suponen el paso de la transmisión de un contenido específico por parte del ingeniero especialista a la sociedad.

En resumen, los aspectos sobre los que se centrará el análisis de las charlas TED escogidas serán:

- a) Contenido específico:
 - 1) Vocabulario
 - 2) Relación con asignaturas del grado
- b) Cariz social
- c) Expresión y aspectos comunicativos:
 - 1) Partes y características de la charla
 - 2) Uso de diapositivas e impacto visual

a) Contenido específico

- 1) Vocabulario:

Centrando esta primera parte del análisis en el vocabulario empleado, se observa que el ponente se dirige al público con un léxico técnico. Se puede considerar que se trata de un vocabulario bastante específico y que necesita de un público con unos conocimientos mínimos en la materia. Este grado de especialización del público debe ser necesario para seguir la charla con ciertas garantías, ya que, de otro modo, no se entendería con facilidad. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se explica el mecanismo de una bicicleta de montaña o cuando comenta todos los agentes involucrados existentes hasta conseguir la fabricación del producto.

A continuación, se detalla una lista de las palabras técnicas más empleadas durante la presentación:

i. *Gear train*, cuya traducción en castellano es **tren de engranajes.**

Este conjunto de palabras pertenece a los conocimientos propios de la mecánica, que se incluye dentro de la física. Un engranaje es un conjunto de ruedas dentadas encajadas entre sí y un tren de engranajes son varios engranajes conectados. Se puede considerar una de las palabras clave del proyecto.

ii. *Torque*, que se traduce por **par o **momento de fuerza**.**

Esta palabra es muy específica, ya que solo expertos en la materia conocen su significado. Se trata de un sistema formado por dos fuerzas paralelas entre sí, de la misma intensidad o módulo, pero de sentidos contrarios. También pertenece al ámbito de conocimiento de la física.

iii. *Lever*, que traducido significa **palanca en castellano.**

Esta palabra, quizás la menos técnica de todas, es más conocida por emplearse en multitud de objetos cotidianos como herramientas o en los pomos de las puertas.

iv. *Stakeholders*, traducido por **inversores.**

Esta palabra pertenece al mundo empresarial y hace referencia a las partes interesadas en una empresa u organización que destina capital con el objetivo de obtener un beneficio.

2) Relación con las asignaturas del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática:

2.1) Asignatura principal para el diseño del producto

La asignatura del Grado en Ingeniería Industrial y Automática en la que se utilizan la mayor parte de conceptos y vocabulario explicados en la sección anterior es **Mecánica de Máquinas**, impartida en el segundo curso. Como estudiante de ingeniería, dicha asignatura me permitió familiarizarme con este vocabulario y entender cómo funcionan este tipo de mecanismos, gracias a los cuales se consigue movimiento en algo tan simple como una bicicleta, o en sistemas mucho más complejos como un motor. La base sobre la que se fundamenta el mecanismo es sencilla: con una marcha corta se conseguirá una menor velocidad, pero un par mayor. O, al contrario, una marcha más larga conseguirá una menor velocidad, pero un par menor. Esto permite adaptarse a las condiciones del terreno y a la velocidad deseada en cada momento. El mecanismo de engranajes más antiguo conocido es una calculadora astronómica datada entre el 150 y el 100 a. C. compuesta por al menos 30 engranajes de bronce con dientes triangulares, por lo que se constata que es un elemento muy simple y que necesita de herramientas básicas para ser reparado (Caballero, 2014, 77).

2.2) Otras asignaturas relacionadas con el diseño y fabricación

Por otro lado, la necesidad de diseñar un producto centrado en el usuario final, con una serie de limitaciones inherentes, aumentaba la complejidad de la solución. Esta casuística requería de un diseño muy específico y particularizado, lo que conllevaba un análisis exhaustivo de diferentes parámetros. Obviamente, para todo este estudio que realizaron los ingenieros del MIT, es necesaria una alta formación en matemáticas para el cálculo numérico y, muy probablemente, una gran parte de estos cálculos hayan sido realizados mediante un programa informático diseñado para ello. Además, paralelamente se necesita conocer información sobre los materiales que se van a emplear en la fabricación de este producto y cómo han sido fabricados, por si fuera necesario modificar sus propiedades. Esto conlleva relacionar una gran cantidad de asignaturas del grado con esta parte del análisis. En primer lugar, las asignaturas **Matemáticas I**, cursada el primer año del grado y **Matemáticas II** en el segundo año, para el cálculo y resolución de problemas y ecuaciones algebraicas e **Informática Aplicada** impartida en el primer curso, para formarse en un entorno de programación y poder manejar hábilmente software específico en cálculo matemático.

En segundo lugar, también intervendrían las asignaturas **Ciencia e Ingeniería de Materiales** cursada en el primer curso para conocer la composición de los elementos, y la asignatura **Resistencia de Materiales**, impartida en el segundo año, para analizar la capacidad de soportar los esfuerzos a los que se puede someter el producto. Por último, participaría la asignatura **Ingeniería de los Sistemas de Producción**, cuyos contenidos se imparten en el tercer curso y que permite saber cómo ha sido fabricada cada pieza del producto y cómo se pueden modificar sus propiedades, en caso de ser necesario.

Una vez diseñado y fabricado el producto, es necesario un estudio de campo en el que una muestra de la población pruebe el prototipo y devuelva una cierta retroalimentación por si dicho producto es susceptible de mejora. En esta parte de la charla se vuelve a emplear un vocabulario específico, menos técnico, pero no por ello menos complejo. Según Winter, el producto funciona “porque se ha combinado una rigurosa ciencia de la ingeniería y un análisis con un diseño centrado en el usuario”. Esta frase puede abrumar al espectador en un determinado momento si no tiene unos conocimientos previos como se ha mencionado anteriormente.

2.3) Más allá de la teoría: asignaturas relacionadas con la fase de revisión

En cuanto al procedimiento de realización del estudio de campo, se tomaron previamente datos biomecánicos del usuario y posteriormente se procedió a comparar la nueva silla de ruedas con una silla convencional, siendo los resultados bastante positivos. El nuevo producto permite una mayor velocidad, es más eficiente y genera un mayor par con respecto a una silla de ruedas convencional. Por otra parte, también se produjo un menor consumo de oxígeno en el usuario por el menor empleo de energía durante el transcurso de la prueba. Estas conclusiones fueron posibles gracias a una amplia recopilación de datos de usuarios y su posterior análisis, lo que permite relacionar este hecho con otras asignaturas cursadas en el grado. En la asignatura **Estadística Aplicada**, cursada en primero, se aprende a manipular una gran cantidad de datos con la finalidad de obtener resultados rigurosos mediante su análisis. Asimismo, para la obtención de

datos biomecánicos del usuario, es necesaria una formación en **Ingeniería Biomédica**, optativa cursada el último año del grado, que permite traducir los impulsos generados por el propio cuerpo humano en datos que puedan ser registrados y analizados por medios electrónicos.

2.4) Asignaturas necesarias para la comercialización y divulgación

Por último, Winter resalta la necesaria implicación de empresas especializadas para que esa idea inicial, que pueda tener cualquier ingeniero de cualquier universidad del mundo, sea posible de llevar a cabo. Desde que se genera esa idea por parte del ingeniero, son necesarias muchas etapas hasta llegar a la implementación del producto por el usuario final, por lo que es necesaria una inversión desde la base. Para ello es necesario involucrar a toda la cadena de suministro para poder validar, comercializar y difundir el producto. En dicha cadena, en este caso, también intervienen las tiendas de reparación locales, pues es necesario que en ellas dispongan de las herramientas básicas para poder arreglar las sillas; empresas que puedan comercializar el producto en masa y ONGs que puedan difundir este producto innovador en los países donde más falta hace. El vocabulario empleado en la explicación de estos conceptos empresariales requiere de una formación mínima en este campo. Esto tiene una enorme relación con la asignatura del grado **Organización y Gestión de Empresas**, impartida en el segundo curso, en la que se proporcionan los conocimientos básicos sobre la dirección de una empresa, la viabilidad de un producto, formas de captación de inversores y demás aspectos empresariales. Se aprende también a ser parte de la cadena y un interlocutor válido para los negocios.

Obviamente, la asignatura de **Inglés Técnico** del segundo curso ha sido fundamental para poder realizar este análisis de forma individual y pormenorizada, ya que el vocabulario empleado en ingeniería, y en esta charla concretamente, dista mucho de lo que se suele utilizar en las escuelas de enseñanza primaria o academias particulares para el aprendizaje del inglés. Esta asignatura ha constituido una herramienta imprescindible para la comprensión del vídeo y la redacción de este texto. Más aún: la asignatura basa la parte oral de sus contenidos precisamente en la preparación y presentación, por parte de los alumnos, de una ponencia sobre algún avance tecnológico mediante estrategias aprendidas, precisamente, en las charlas TED; de manera que la evaluación del ejercicio incide no solamente en los aspectos que tienen que ver con el dominio de la lengua inglesa (pronunciación, expresión, fluidez), sino también con las técnicas no verbales de presentación, tales como lenguaje corporal, tono de voz, contacto visual, uso de las diapositivas, y estrategias para captar la atención de los oyentes (preguntas retóricas, suspense, introducción de alguna anécdota personal, entre otras).

2.5) Conclusión

Esta charla se ha podido analizar gracias a las asignaturas mencionadas anteriormente impartidas en el grado. A continuación, se ha procedido a una recopilación de estas asignaturas ordenándolas en base a la importancia que ha tenido cada una de ellas dentro de una misma fase:

Fase	Asignatura	Curso
Asignatura principal para el diseño del producto	Mecánica de Máquinas	2
Otras asignaturas relacionadas con el diseño y fabricación	Ingeniería de los Sistemas de Producción	3
	Resistencia de Materiales	2
	Ciencia e Ingeniería de Materiales	1
	Matemáticas II	2
	Matemáticas I	1
	Informática Aplicada	1
Más allá de la teoría: asignaturas relacionadas con la fase de revisión	Estadística Aplicada	1
	Ingeniería Biomédica	4
Asignaturas necesarias para la comercialización y divulgación	Inglés Técnico	2
	Organización y Gestión de Empresas	2

Tabla 1: Asignaturas que intervienen en esta charla. Elaboración propia.

b) Cariz social

La importancia del aspecto social de una charla como esta, destinada en principio a la presentación de un avance tecnológico, aparece explícita desde el objetivo marcado al comienzo de la misma: diseñar un producto para personas con movilidad reducida que se encuentren en países en vías de desarrollo. Esto conlleva una serie de constricciones muy concretas e innegociables, ya que de otra manera no sería posible alcanzar el fin deseado. Las constricciones son las siguientes:

- Una silla de ruedas todoterreno debe ser barata. Tiene que estar fabricada con materiales muy económicos para ser fabricada en serie por empresas especializadas, sabiendo que el precio de venta tiene que ser obligatoriamente bajo.
- También tiene que poder ser reparada en tiendas locales con herramientas básicas, por lo que se tienen que usar componentes simples y que se puedan obtener en cualquier parte del mundo. Componentes como un tren de engranajes o palancas son accesibles y conocidos en cualquier país, ya que estos elementos son muy sencillos y están presentes en multitud de aplicaciones.
- Es necesario que el producto se adapte a las condiciones del terreno de los países en vías de desarrollo, donde la silla se va a comercializar. La mayoría de la población vive en áreas rurales donde abundan los terrenos irregulares como barro o arena. Consecuentemente, la silla debe salvar estos terrenos con solvencia y poder transportar a personas durante varios kilómetros para ir al trabajo o a la escuela por sus propios medios.
- Además, la silla debe cumplir ciertos estándares en espacios reducidos, por lo que no puede tener un tamaño excesivamente grande ni ser demasiado pesada. Las capacidades físicas de los usuarios finales son muy limitadas, por lo que el resultado final está condicionado a un buen manejo y maniobrabilidad de la misma.

Es importante resaltar en este análisis que el valor de la parte social aumenta cuando hay una relación directa entre las personas encargadas de la fabricación del producto y el usuario final. Como se ha explicado anteriormente, hay muchos factores a tener en cuenta antes y durante la fabricación del producto. Pero la obtención de un producto final funcional y de calidad no es sencilla. Winter y su equipo crearon un primer prototipo en 2008, pero éste no resultó adecuado porque “no obtuvieron suficiente información de los usuarios”. En la etapa final de diseño son muy importantes las valoraciones y evaluaciones del usuario final, el cual conoce perfectamente sus limitaciones y puede ser muy útil a la hora de definir las de la máquina. Por ello, con el primer prototipo, el equipo de trabajo del MIT tuvo que volver a la fase de diseño teniendo en cuenta las interesantes aportaciones, no sólo de los usuarios finales sino de toda la cadena de suministro. Esto les llevó a ver todo desde otra perspectiva donde la persona es completamente la máquina del sistema, es quien mueve sus brazos y decide todo el movimiento. Esto llevó a la obtención de una silla que ha sido probada y testada en diferentes condiciones y terrenos.

c) Expresión y aspectos comunicativos

Una vez estudiada la charla en cuanto al contenido, en este apartado se profundizará en la expresión y la forma tanto de la presentación como de su autor, teniendo en cuenta que "un mensaje elocuente se define por la claridad de la historia, la pasión con la que ésta se cuenta y su relevancia para la audiencia" (Endicott, 1999, 28).

1) Partes y características de la charla:

Hay varias partes claramente diferenciadas en la presentación. La primera es una descripción del problema. Winter se centra, al comienzo de la charla, en señalar las principales diferencias entre vivir con discapacidades físicas en un país desarrollado o en uno en vías de desarrollo. Remarca las dificultades que tiene la población de estos últimos países mostrando una serie de fotografías en las que se observa a simple vista la desigualdad entre países. Winter utiliza situaciones personales, nada abstractas, usando un tono de experiencia propia adquirido en sus repetidos viajes a estos lugares. Este tono y estas referencias mezclado con anécdotas personales serán una constante durante el resto de la charla. Ocurre, por ejemplo, al proyectar fotografías en las que se puede observar a Winter con las personas con las que colaboraba. También ocurrirá posteriormente, cuando tuvieron que hablar con usuarios de los prototipos y con las empresas fabricantes, reconociendo que su equipo y él se equivocaron muchas veces antes de dar con la solución final.

En una segunda parte explica las consideraciones previas que se deben tener en cuenta antes de calcular e implementar cualquier solución. Lo hace desarrollando un marco espacio temporal, situando al público en Tanzania en el verano de 2005. También introduce algunas referencias personales como su especialidad (Ingeniería Mecánica), la universidad donde trabaja (MIT) y comenta la gran cantidad de recursos de los que dispone para intentar solucionar el problema presentado. Todo ello crea en el público una sensación de cercanía con el ponente al conocer ciertos detalles sobre su vida personal y del momento en que se originó el proyecto.

La siguiente parte se centra en la explicación de la solución propuesta. Concentra esta explicación en el uso de palancas, presentes en multitud de mecanismos. Lo hace de una manera sencilla, incidiendo en que la persona es realmente la máquina por sí misma y es quien mueve los brazos para, mediante un mecanismo muy sencillo, proporcionar movilidad a la silla de ruedas. Explica las claves que considera han llevado al éxito este proyecto y las características más importantes del producto fabricado. Vuelve a nombrar las referencias personales comentadas anteriormente para introducir posteriormente lo que es capaz de hacer un ingeniero mecánico en una posición como la suya. Posteriormente, comenta los prototipos previos fabricados, que no cumplían con las necesidades del usuario y la importancia de obtener una retroalimentación tanto de los usuarios finales como de las empresas encargadas de la fabricación del producto.

Una siguiente etapa trata sobre el análisis y cálculos realizados al nuevo producto en diferentes pruebas de campo, observando la velocidad alcanzada en diferentes tipos de terreno, el consumo de oxígeno del usuario y la eficiencia de la silla en diferentes condiciones. Mediante estos cálculos consigue demostrar que se ha conseguido el objetivo deseado. Comenta también que han previsto una versión más cara para el mundo desarrollado y destaca la importancia de que todas las partes de la cadena de suministro estén involucradas en un proyecto y que todo gire en torno a lo más importante, el usuario final.

El final de la charla lo marca un vídeo sobre una persona en la India. Ashok cayó de un árbol y sufrió una lesión en la columna vertebral por lo que tuvo que dejar su trabajo, ya que no podía recorrer el kilómetro que lo separaba del mismo con una silla de ruedas convencional. Gracias a esta silla de ruedas todoterreno impulsada con palancas, Ashok pudo volver a abrir su negocio y llevar dinero a casa de nuevo.

2) Uso de diapositivas e impacto visual:

Durante toda la charla se constata un uso intencionado de diapositivas que contribuye a una mayor comprensión del mensaje verbal y generando un gran impacto visual. En este sentido, se puede afirmar que “visuals become more than just an aid; instead, they are important elements in facilitating ethos and developing a relationship with the audience” (Kedrowicz y Taylor, 2016, 354). En el primer ejemplo, Winter señala las principales diferencias entre países desarrollados y en vías de desarrollo. En la Figura 11, se muestra a una persona posando sonriente bajando de un autobús adaptado a personas con movilidad reducida. Esto contrasta drásticamente con imagen mostrada en la Figura 12, donde se puede observar a una persona con rostro serio con una silla de ruedas muy rudimentaria. Con esta distinción se obtiene una increíble polarización entre un mundo y otro, argumento que se utilizará en repetidas ocasiones durante toda la charla.



Figura 12: Persona bajando de un autobús adaptado



Figura 13: Silla de ruedas rudimentaria

Seguidamente utiliza fotografías de su viaje a Tanzania. Con estas imágenes sencillas va desgranando como se gestó esta idea y el proceso que le llevó a la solución. Para ello utiliza la imagen de una bicicleta de montaña introduciendo así términos bastante más complejos de su especialidad, como el concepto par, engranajes, palancas, etc. Lo hace conjuntamente de forma deliberada, para intentar que el público se familiarice con este tipo de vocabulario.



Figura 14: Niños en silla de ruedas en Tanzania



Figura 15: Imagen de bicicleta como ejemplo

Es reseñable que, en esta parte, Winter utiliza “bullet points” en una transparencia, aunque no de forma abrumadora. Como se comentó en el capítulo 1, este tipo de “lista” de características importantes se debe usar con cierto criterio para no perder la atención del espectador.

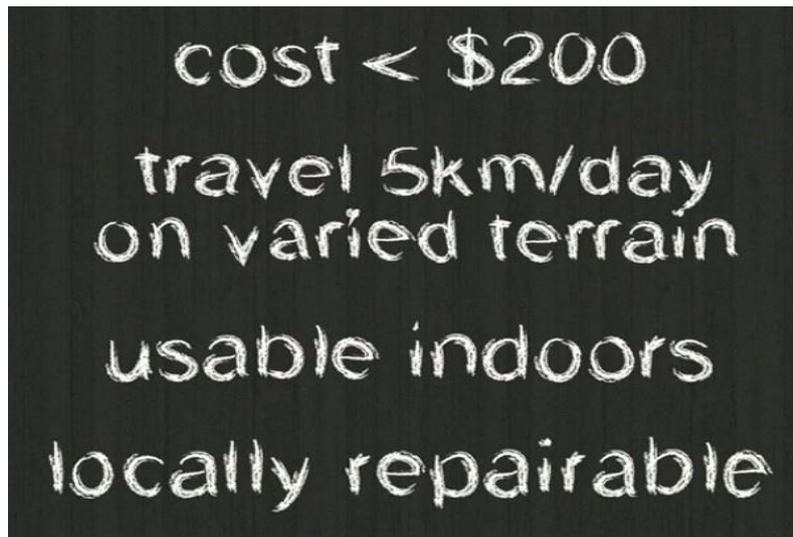


Figura 16: Ejemplo de diapositiva con “bullet points” utilizada en la presentación

Posteriormente, se muestran unos dibujos muy básicos y minimalistas provocando en el público una sensación de sencillez, como si cualquier persona presente en el auditorio pudiera haber dado con la solución. Además, en imágenes sucesivas se proporciona una visión general de las herramientas que son necesarias para la fabricación y reparación del mecanismo, pudiéndose comprobar que son herramientas muy sencillas.

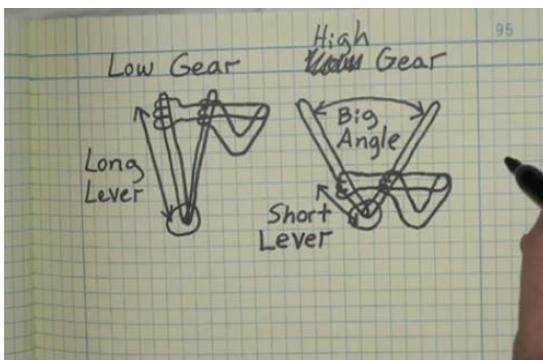


Figura 17: Dibujos mostrados en la presentación



Figura 18: Mecanismo de una bicicleta

Seguidamente, aparecen una serie de relaciones matemáticas en pantalla, aunque no se comentan, evitando así que el público se aburra o pierda la concentración. Estas relaciones sirven para introducir los prototipos fabricados, los cuales no eran aptos para este tipo de terrenos o para ser usados dentro de una vivienda. Winter muestra cómo se realizaron las pruebas de campo, comparando la silla de ruedas fabricada con una convencional, evidenciando la gran diferencia existente entre ellas y acreditando ésta con porcentajes que aparecen en pantalla para confirmar sus afirmaciones.

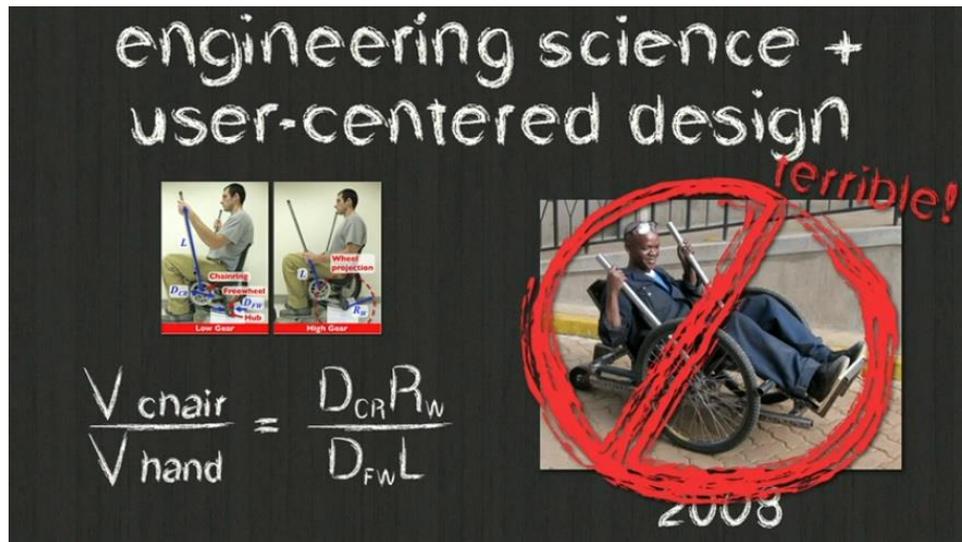


Figura 19: Prototipo no apto para terrenos rurales

Al final de la charla se produce un momento emotivo con la proyección del vídeo de Ashok en su nueva silla de ruedas. Mostrar este vídeo y hacerlo al final de la presentación indica que se le ha querido dar una gran importancia. Parece lógico, pues según la historia de esta persona, el objetivo por el que Winter ha luchado durante años se ha conseguido, permitiendo desplazarse a estas personas necesitadas que, sin la ayuda de esta nueva silla de ruedas todoterreno, sería imposible.

4.3. Miguel Nicolelis: A monkey that controls a robot with its thoughts. No, really.

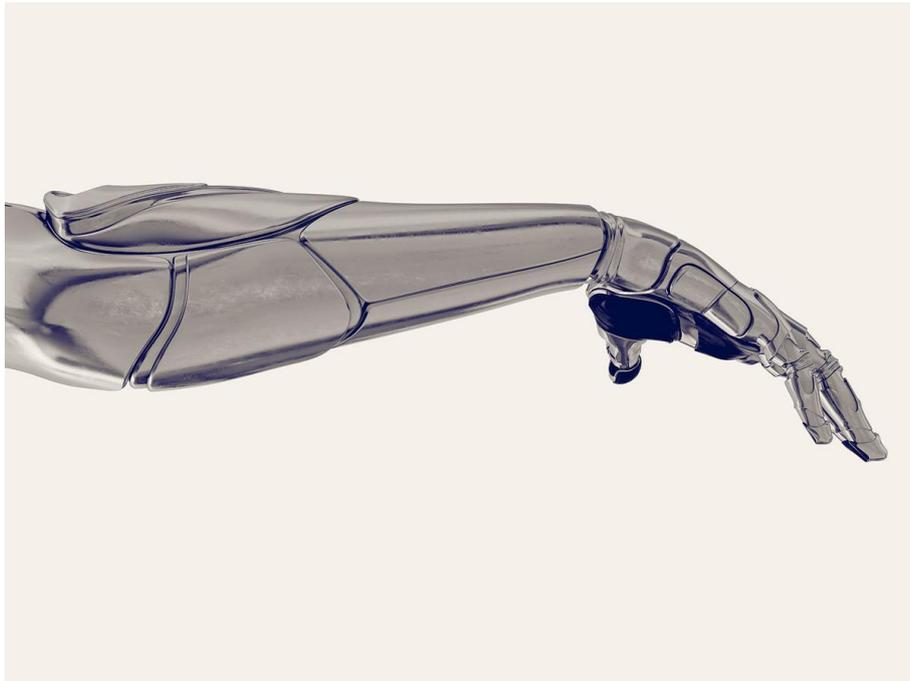


Figura 20: Imagen inicial de la presentación: A monkey that controls a robot with its thoughts. No, really.

4.3.1. Breve descripción de la charla

Esta charla del neurocientífico Miguel Nicolelis, también realizada en 2012, abarca una gran cantidad de contenidos cursados en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática. Este vídeo muestra cómo en 2003, un mono fue capaz de controlar un brazo robótico sin necesidad de utilizar su cuerpo para ello, sólo con su mente. Mediante diversos ensayos se analizaron los movimientos que Aurora (nombre del mono) realizaba con un joystick persiguiendo un objetivo en una pantalla para que, posteriormente, un brazo robótico fuera capaz de conseguir el mismo objetivo bajo los dominios del mono, pero con otra secuencia distinta en pantalla. Esto ocurría gracias a la ayuda de una interfaz que transformaba los pensamientos de Aurora en movimiento. También se consiguió en 2011 crear un avatar controlado por el mono para tocar un objetivo deseado. Al sentir la textura del objeto, se enviaba un mensaje eléctrico directamente al cerebro, para asociar el objetivo con la recompensa. Además, unos años más tarde se consiguió que otro mono al que hacían caminar en una cinta en la costa este de los Estados Unidos, fuera el que proporcionara movimiento a un robot humanoide que se encontraba en Japón, a miles de kilómetros de distancia.

Todo lo ocurrido fue posible gracias a un estudio profundo del cerebro y del comportamiento de los miles de neuronas que posee. Mediante sensores se analizaron estos miles de neuronas portadoras del mensaje que envía el cerebro, para intentar descifrar dicho mensaje en el transcurso de tiempo que sale del cerebro y llega a una extremidad cualquiera para realizar el movimiento, tardando alrededor de 0,5 segundos. Así, también se podría traducir el mensaje a un lenguaje digital y enviarlo a un dispositivo externo que reprodujera el movimiento ordenado por el cerebro.

El conocimiento expuesto por el ponente tiene un fin claro, resolver uno de los mayores problemas neurológicos que padecen millones de personas en todo el mundo. Se trata de personas con una lesión en la médula espinal que han perdido la capacidad de movimiento en sus extremidades. Se calcula que cada año, sólo en Estados Unidos, hay 17500 nuevos casos de lesiones de este tipo (NSCISC, 2017). Aunque el cerebro siga enviando señales y códigos para el movimiento, dicha lesión impide que esas señales lleguen a los músculos. La idea es crear un puente mediante un exoesqueleto y que el cerebro incorpore este nuevo elemento como su nuevo cuerpo con el que se puedan volver a realizar movimientos como caminar.



Figura 21: Nicolelis durante su presentación.

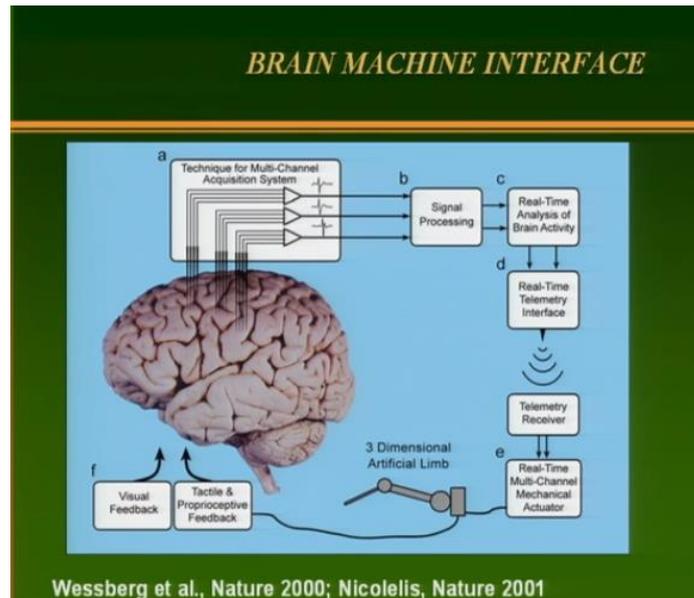


Figura 22: Diapositiva utilizada en la presentación

4.3.2. Análisis

En este apartado se analizará el contenido de la presentación de Nicolelis, estudiando para este caso las mismas características que en la charla anterior:

- a) Contenido específico:
 - 1) Vocabulario
 - 2) Relación con asignaturas del grado
- b) Cariz social
- c) Expresión y aspectos comunicativos:
 - 1) Partes y características de la charla
 - 2) Uso de diapositivas e impacto visual

a) Contenido específico

- 1) Vocabulario:

En esta charla se puede comprobar la existencia de un vocabulario muy específico y que tiene gran relación con el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática que estoy finalizando. Se pueden observar gran cantidad de palabras técnicas, ya que se trata de un experimento complejo y que requiere de un alto grado de especialización.

Confluyen en esta charla dos grandes campos como la medicina y la ingeniería, y de ambos campos se toman palabras que el espectador debiera conocer previamente para poder entender la presentación en su totalidad.

Aparecen las siguientes palabras:

- i. **Robotic arm**, cuya traducción en castellano es **brazo robótico**.

Se trata de un instrumento muy utilizado en el campo de la robótica, pues fue en 1954 cuando George Devol inventó el primer prototipo y desde entonces ha sido muy utilizado en la industria en general.

- ii. **Humanoid robot**, que traducido sería **robot humanoide**.

También del campo de la robótica, estas palabras hacen referencia a una de las formas que un robot puede adquirir al ser fabricado.

- iii. **Interface**, cuya traducción muy similar en castellano es **interfaz**.

Este vocablo pertenece al campo de la informática y se trata de un dispositivo que es capaz de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro.

- iv. **Computational body**, que podría ser traducido por **avatar**.

Estas palabras se relacionan con una identidad virtual que escoge el usuario de una computadora para que lo represente en una aplicación distinta.

- v. **Bypass**, palabra inglesa aceptada en castellano por **baipás**.

En este contexto, se trata de una desviación que se realiza en un circuito para salvar una interrupción o un obstáculo.

- vi. **Consortium**, traducido por **consorcio**.

Del campo de la economía, se trata de una asociación económica con intereses comunes en la que estas empresas buscan desarrollar una actividad conjunta.

- vii. **Exoskeleton**, traducido por **exo esqueleto**.

Proviene del campo de la ciencia y concretamente de la zoología y se refiere a un tejido orgánico duro y rígido que recubre exteriormente el cuerpo de los artrópodos y otros invertebrados.

- 2) Relación con las asignaturas del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática:

2.1) Asignaturas principales en el desarrollo del proyecto

Sistemas Robotizados es la asignatura del Grado en Ingeniería Industrial y Automática que más relación tiene con esta charla. Cursada en el tercer año, la asignatura proporciona una visión muy completa de la robótica en general, el lenguaje que se usa para su programación o el tipo de robot que se necesita en cada industria entre otros contenidos. Para un experimento de este tipo es necesario conocer a fondo el lenguaje

utilizado para generar tanto los movimientos del brazo robótico como los del robot humanoide. También se deben estudiar previamente las limitaciones que tiene cada uno en cuanto a velocidad, tiempos de ejecución de movimiento y demás características que son la base para el resto del proyecto.

Durante todo el proyecto se utilizan sensores y dispositivos con los que medir todos los parámetros necesarios que se quieren obtener del mono. En **Ingeniería Biomédica**, impartida en el último año de grado, se estudia gran parte de los dispositivos empleados en este proyecto, como pueden ser los relacionados con la frecuencia cardíaca y toma de datos de un paciente en general. También la colocación de los sensores en la parte del cuerpo correspondiente o la deducción de falsos positivos son contenidos destacables que tienen una mayor relación con la asignatura.

2.2) Asignaturas específicas de electrónica intervinientes en el proyecto

Los impulsos generados por el paciente durante los ensayos se transfieren a múltiples dispositivos para ser analizados. Pero previamente es necesaria una conversión de dichos impulsos biológicos en impulsos eléctricos que puedan ser entendidos y tratados por el lenguaje máquina. Gracias a la asignatura de **Electrónica Digital** cursada en el tercer año aprendí a convertir entre diferentes formatos y tipos de datos, pues cada dispositivo requiere de un lenguaje específico para el tratamiento de dichos datos.

Ocurre algo similar con la asignatura de **Electrónica Analógica**. En esta asignatura cursada en tercero se estudia la electrónica, pero desde un punto de vista analógico. Con **Electrónica Analógica** se aprende acerca del procesamiento de señales o filtros, y se tratan las características de los instrumentos que se utilizan en la industria, quedando fuera la fase digital que se ha comentado anteriormente.

No habría sido posible estudiar las dos asignaturas anteriores sin una base que desarrolle los principios de la electrónica. La asignatura **Fundamentos de Electrónica Industrial**, impartida en segundo curso, me permitió conocer desde la base todos los conocimientos necesarios para el desarrollo de estas aplicaciones de gran nivel, en las que intervienen partes analógicas y partes digitales.

Mediante la asignatura de **Instrumentación Electrónica** de cuarto curso pude aprender grandes técnicas de medición y me proporcionó una base sólida para conocer todos los tipos de dispositivos que se suelen emplear en este tipo de proyectos. Se trataron temas acerca de la adquisición de datos, el envío a un dispositivo externo y la recepción de la retroalimentación necesaria para su correcto funcionamiento.

2.3) Asignaturas básicas necesarias para la ejecución del proyecto

En este caso, también hay asignaturas de formación básica; sin ellas habría resultado imposible la concepción y ejecución de este proyecto, como **Matemáticas I** y **Matemáticas II**, impartidas en primer y segundo curso respectivamente. Por otro lado, **Física I**, también es necesaria para conocer la base de conocimientos sobre la que se sustentan muchas de las asignaturas específicas anteriormente descritas y concretamente en este proyecto tiene mucha relación con los movimientos ejercidos por el robot

humanoide. Se estudió el primer curso junto con **Física II**, con la que se aprenden los fundamentos de electricidad y electromagnetismo. Esta última asignatura de Física fue el preámbulo para **Análisis de circuitos**, impartida también en el primer curso, y en la que se estudiaban las características más importantes de electricidad o el funcionamiento de circuitos eléctricos entre otros.

2.4) Asignaturas necesarias para la planificación y divulgación

La asignatura de **Proyectos de Ingeniería** resulta clave en esta presentación. Cursada en cuarto año, esta asignatura enseña la estructura y el orden que se debe mantener desde el inicio del proyecto y durante todo el desarrollo del mismo. En este proyecto en el que se proponen multitud de ensayos y se reciben una gran cantidad de datos es imprescindible mantener un control de todo lo que se está realizando.

Vuelve a ser notoria la importancia de la asignatura de **Inglés Técnico**, tanto para la ejecución de este análisis como para la comunicación entre las entidades que intervienen en el proyecto. Estados Unidos, Brasil y algunos países de Europa que intervienen en el proyecto tienen idiomas totalmente distintos y el inglés es el nexo común que les permitió llevar a cabo la realización del proyecto.

2.5) Conclusión

Aquí se muestra la relación de asignaturas mencionadas, gracias a las cuáles se ha podido realizar el análisis de esta presentación:

Fase	Asignatura	Curso
Asignaturas principales en el desarrollo del proyecto	Sistemas Robotizados	3
	Ingeniería Biomédica	4
Asignaturas específicas de electrónica intervinientes en el proyecto	Electrónica Digital	3
	Electrónica Analógica	3
	Fundamentos de Electrónica Industrial	2
	Instrumentación Electrónica	4
Asignaturas básicas necesarias para la ejecución del proyecto	Matemáticas II	2
	Matemáticas I	1
	Informática Aplicada	1
	Física I	1
	Física II	1
	Análisis de Circuitos	1
Asignaturas necesarias para la planificación y divulgación	Proyectos de Ingeniería	4
	Inglés Técnico	2

Tabla 2: Asignaturas que intervienen en esta presentación. Elaboración propia.

b) Cariz social

La presentación consigue ser durante la mayor parte del tiempo un escaparate con el que atraer al oyente con ensayos novedosos e interesantes. Pero apenas un minuto antes de terminar la misma, Nicolelis desvela los motivos por los que se ha realizado el estudio. El primer motivo es científico-social. Se trata de poner al servicio de la población todos los datos obtenidos de la investigación sobre las increíbles propiedades que posee el cerebro, cuyo éxito tras ver la charla es indiscutible. Esta investigación puede servir como base de multitud de estudios posteriores a nivel médico para seguir obteniendo información sobre el órgano más complejo del cuerpo de los primates.

El segundo motivo tiene un fin claramente social. Gracias a todo el conocimiento adquirido mediante estos ensayos se abre una puerta para devolver la movilidad a personas que han perdido la capacidad de realizar cualquier tipo de acción con sus extremidades. Estas personas han perdido la aptitud para traducir las tormentas eléctricas que sigue generando su cerebro en movimiento para su cuerpo. De ello surge la necesidad de crear un baipás, un puente que sobrepase la barrera creada por una lesión producida en la médula espinal y que impide que los mensajes que portan las neuronas lleguen al resto del cuerpo. La idea final consiste en la creación de un exoesqueleto con el que personas puedan recuperar la movilidad perdida mediante este traje artificial, que pasaría a ser su nuevo cuerpo. Esto supondría un gran avance en la calidad de vida de las personas, ya que se sortearía un problema médico para el que no existe una solución actualmente.

Es importante señalar, asimismo, que la investigación ha sido posible gracias a un consorcio sin ánimo de lucro llamado “Walk Again Project”, que es la estructura organizativa que hay detrás de todos estos avances, reuniendo a científicos de Europa, Estados Unidos y Brasil.

c) Expresión y aspectos comunicativos

En este apartado se detallarán los aspectos comunicativos de la charla, así como la descripción sobre la expresión y presentación de la misma.

1) Partes y características de la charla:

La presentación del neurocientífico Miguel Nicolelis consiste en exponer los diferentes ensayos que realizó junto a su equipo en el año 2000. Nicolelis comienza con una introducción acerca del cerebro, que será el tema principal de la charla, mostrando una imagen y un audio sobre éste. En la imagen se puede observar el registro de los impulsos eléctricos que realiza el cerebro cuando se produce un pensamiento de movimiento con el fin de realizar una acción, mientras que el audio reproduce el sonido producido en el cerebro por las pequeñas descargas eléctricas de cientos de neuronas.

En la presentación un primer ensayo comienza mostrando una imagen en la que se representa esquemáticamente la interfaz creada 12 años atrás. A través de la interfaz cerebro-máquina se reciben los mensajes que portan las neuronas provenientes del cerebro con el fin de descifrar este mensaje en el transcurso de tiempo en el que sale del cerebro y llega a una extremidad para realizar el movimiento. En la primera parte del ensayo se utilizó como paciente un mono, Aurora, cuyo propósito era mover un cursor en

una pantalla con un joystick con el propósito de atravesar círculos blancos que eran considerados el objetivo. El mono realizaba esta acción porque así obtenía como recompensa una gota de zumo de naranja cada vez que atravesaba el objetivo con el cursor. Este experimento inicial era el prelude para que, posteriormente, Aurora fuera capaz de mover el cursor únicamente con el pensamiento. Los pensamientos del mono se derivaban a un brazo robótico siendo éste el que movía el cursor gracias al contenido de dichos pensamientos. Esta era la primera vez que sucedía una completa liberación de las órdenes del cerebro en el exterior, sin la interferencia del cuerpo.

A partir de este experimento se dieron cuenta que no hacía falta un brazo robótico para realizar este tipo de ensayos. Por lo que unos años después, crearon un brazo virtual, un avatar, para que el mono interactuara con él y asumiera la perspectiva de primera persona de dicho avatar. Así se podría usar la actividad cerebral proveniente del mono para controlar los movimientos del avatar. Durante 4 semanas se estuvo entrenando a los animales para que pudieran dominar este cuerpo virtual. La primera parte de este segundo ensayo consiste en mostrar tres objetos visualmente idénticos, pero con texturas diferentes. Así, cuando el avatar tocara el objeto se enviaría una señal directamente al cerebro del mono, y éste tendría que discernir si se trata o no del objetivo, ya que va cambiando de posición. Al igual que en el experimento anterior, el mono obtiene una recompensa cuando acierta con el objetivo.

Un tercer experimento llevó al límite toda la investigación previa. Un animal caminando en una cinta andadora en una universidad de EEUU pudo controlar un robot humanoide que se encontraba a miles de kilómetros de distancia en Japón. La actividad cerebral que generaba el mono al caminar en la cinta era enviada desde Duke a Kioto para generar los movimientos en el robot, cuyo tamaño era 6 veces mayor que él. El mono podía ver al robot que se encontraba en la otra parte del mundo mediante una cámara y volvía a obtener una recompensa tras realizar correctamente el ensayo, aunque esta vez no era por lo que estaba realizando él, sino por cada paso correcto que realizaba el robot.

Nicolelis termina la presentación comentando las ventajas que puede tener este estudio para personas que han perdido la capacidad de mover su cuerpo. Creando un exoesqueleto que supere la barrera creada en la médula espinal, sería posible devolver la movilidad a estas personas. Esto parecía una utopía hace unos cuantos años, pero ahora sin duda está más cerca

2) Uso de diapositivas e impacto visual:

Nicolelis comienza su charla describiendo cuál es el objetivo de su equipo: ver y medir tormentas de ideas. Este objetivo puede ser bastante difícil de entender para el público ya que se trata de un concepto abstracto. Sin embargo, el Doctor Nicolelis permite a los oyentes mediante el uso diapositivas, grabaciones y vídeos obtener un mayor grado de comprensión sobre su proyecto.

De esta forma, Nicolelis comienza su presentación mostrando una diapositiva en la que se puede observar el registro de células cerebrales para posteriormente, reproducir una grabación en la que se puede escuchar cómo suena una tormenta eléctrica de neuronas.

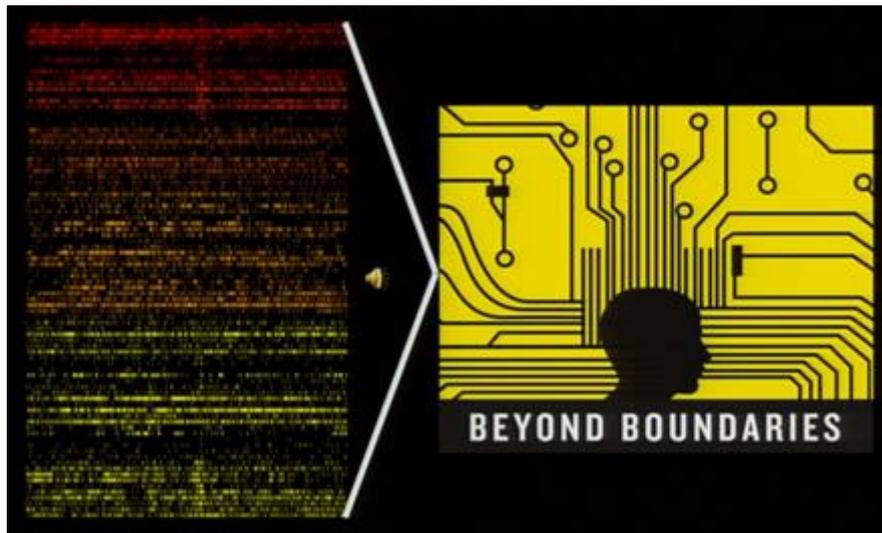


Figura 23: Diapositiva que muestra el registro de células cerebrales

Las diapositivas mostradas son muy útiles ya que con su uso se pretende que el público pueda visualizar las ideas desarrolladas. Por ejemplo, en la siguiente figura se puede observar un esquema sobre la interfaz cerebro-máquina desarrollada por este grupo de neurocientíficos:

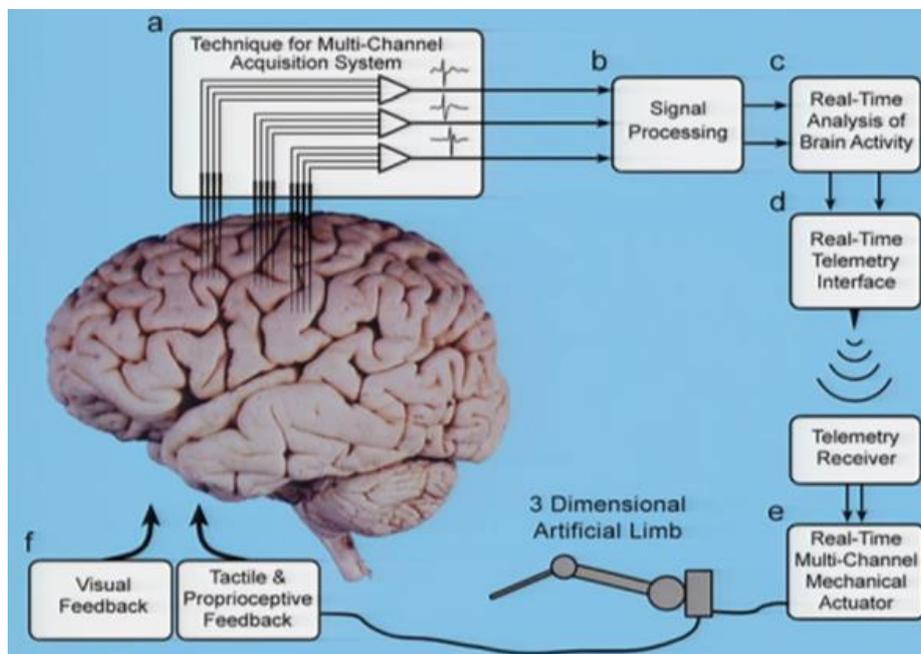


Figura 24: Representación esquemática de la interfaz cerebro-máquina

Una vez que el Doctor ha explicado cuál es el objetivo de su trabajo, comienza a mostrar cuál es la aplicación práctica del mismo. Para ello, proyecta un vídeo en el que se observa cómo un primate juega a un videojuego. Nicolelis explica cómo él y su equipo grababan las tormentas de ideas que se desarrollaban en el cerebro del primate y las

enviaban a un brazo robótico para que éste fuera capaz de desarrollar los movimientos realizados por el primate. La idea era que el primate fuera capaz de jugar sólo con su pensamiento. El Doctor Nicolelis muestra mediante un video la consecución de este objetivo logrado hace 10 años.



Figura 25: Captura del video mostrado en la presentación referente al primer ensayo realizado

Posteriormente, Nicolelis explica que en 2011 se percataron de que no era necesario un dispositivo robótico para conseguir el objetivo planteado. Con la finalidad de eliminar este dispositivo robótico, crearon un cuerpo computacional, un avatar. Para mostrar el funcionamiento del mismo y la forma en la que el primate es capaz de desarrollar una nueva vía sensorial, el profesor muestra una diapositiva en forma de esquema que permite al público, de nuevo, visualizar de forma clara los procesos complicados explicados durante la presentación:

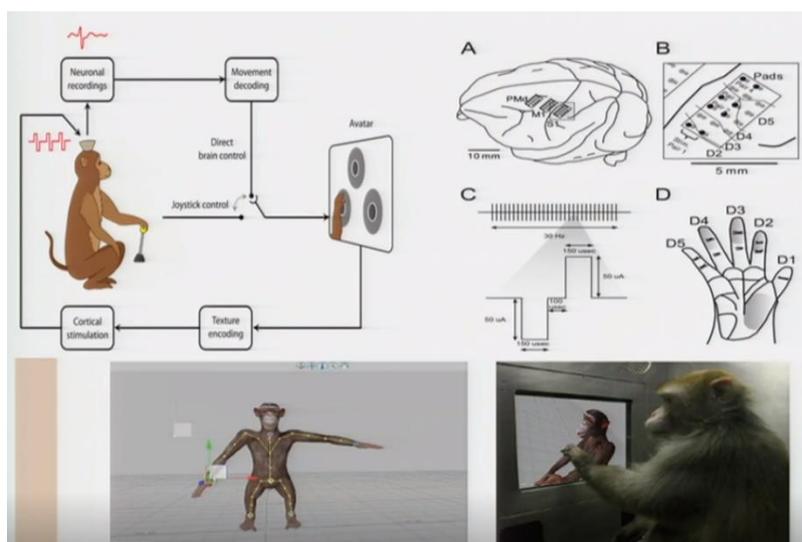


Figura 26: Diapositiva en esquema explicando el funcionamiento del avatar

Adicionalmente a esta diapositiva, el Doctor muestra un vídeo en el que se observa la realización de un experimento. En él se observa a un brazo virtual controlado por el cerebro del animal:

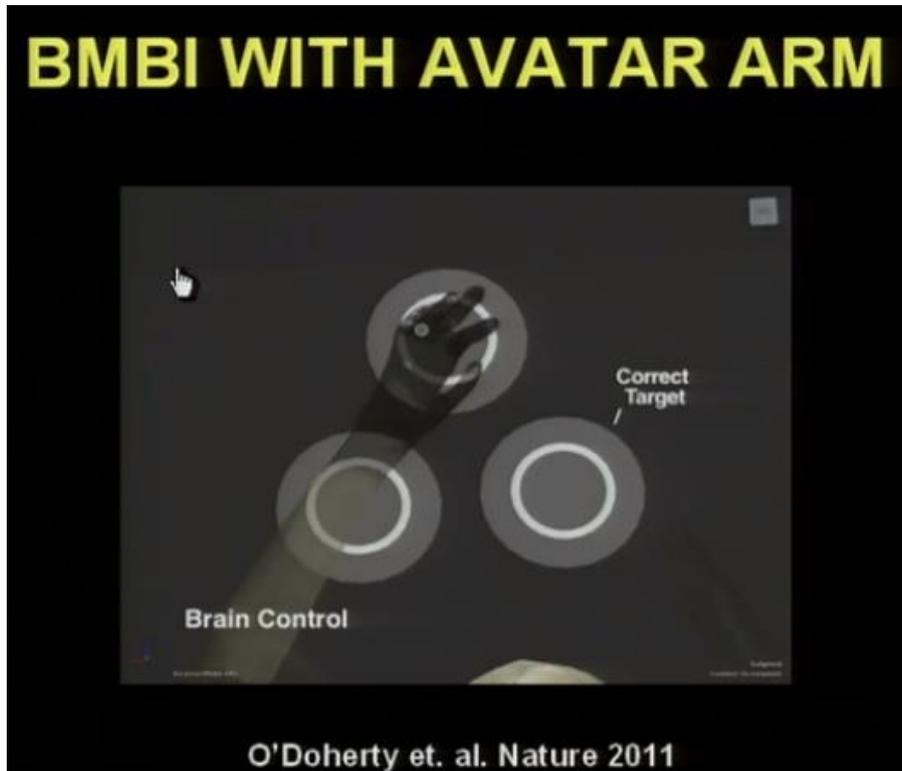


Figura 27: Experimento de la selección del objetivo correcto mediante brazo virtual

Para mostrar cuál es la diferencia que experimenta el cerebro entre la utilización y no utilización del avatar, el Doctor muestra la siguiente diapositiva:

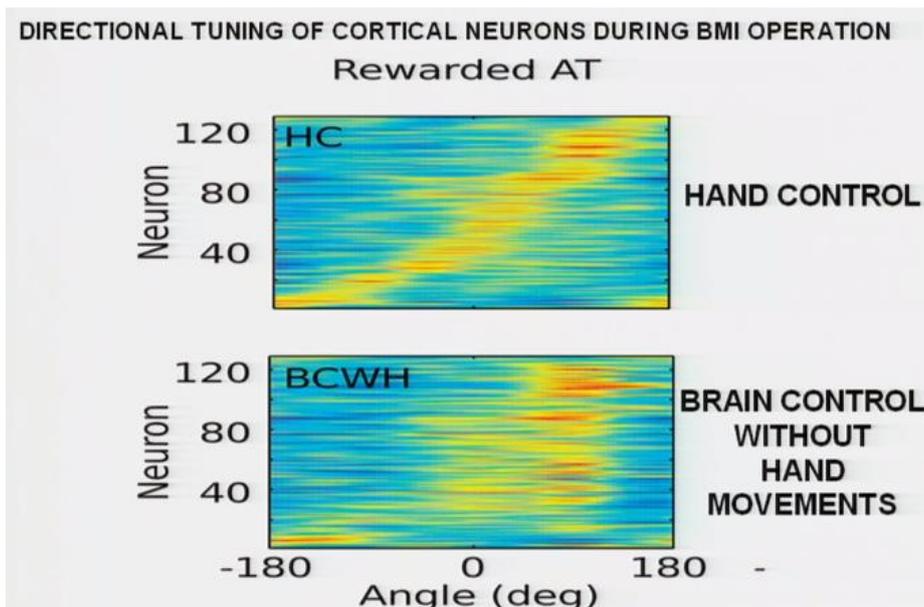


Figura 28: Comparación del cerebro del mono con y sin movimientos físicos

En ella se puede observar cómo se comportan las neuronas cuando es la mano normal del primate la que tiene el control o por el contrario es el cerebro el que lo tiene, ya que ha adoptado el brazo virtual como una parte más de su cuerpo.

A continuación, se muestra una captura del vídeo proyectado por el Doctor Nicoletis en el momento en el que un mono hacía caminar al robot humanoide. Este vídeo evidencia el éxito del ensayo y lo hace visible para todo el público:



Figura 29: Captura del vídeo con el robot humanoide caminando

Finalmente, se hace necesario mostrar el problema médico por el que se ha realizado la completa investigación. El problema que afecta a la médula espinal y que imposibilita la realización de funciones motoras en las extremidades. Con esta diapositiva se pretende incidir en el problema raíz, explicando gráficamente la importancia del estudio:



Figura 30: Diapositiva mostrada de esquema representativo del problema

4.4. Vijay Kumar: The future of flying robots



Figura 31: Imagen inicial de la presentación: The future of flying robots

4.4.1. Breve descripción de la charla

Vijay Kumar es el ponente de la tercera charla objeto de este trabajo. Kumar es profesor en la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Pensilvania y su trabajo se centra en el control y coordinación de redes de robots. En esta charla realizada en abril de 2015, Kumar explica el proceso mediante el cual ha creado formaciones de robots con la finalidad de contribuir a mejorar el sector agrícola. Tal y como explica el profesor, 1 de cada 7 personas en el mundo se encuentra desnutrida, un problema cuya solución es complicada teniendo en cuenta que la mayoría de la superficie susceptible de ser cultivada ya lo está. Además, la eficiencia de la producción está disminuyendo y, junto con la escasez de agua, las enfermedades de los cultivos y el cambio climático, agravan aún más este problema. Para intentar subsanar esta problemática con la que se enfrenta actualmente la sociedad, Kumar y su equipo han logrado desarrollar redes de robots aéreos autónomos capaces de sobrevolar los campos de cultivo con el objetivo de construir modelos de precisión de las plantas a nivel individual. A través de la información suministrada por estos robots, el agricultor sería capaz de cubrir las necesidades específicas de cada una de las plantas que conforman su cultivo, sin tener que desperdiciar insumos en plantas que no los necesitan.

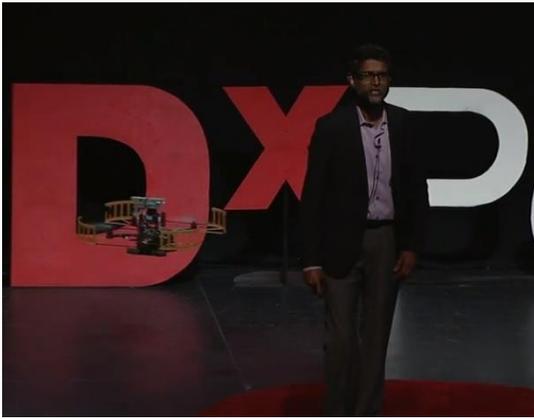


Figura 32: Vijay Kumar durante su presentación



Figura 33: Robot bautizado como flying phone

4.4.2. Análisis

En este apartado se analizará el contenido de la presentación del profesor Kumar, centrandolo en las mismas características que en las charlas anteriores:

- a) Contenido específico:
 - 1) Vocabulario
 - 2) Relación con asignaturas del grado
- b) Cariz social
- c) Expresión y aspectos comunicativos:
 - 1) Partes y características de la charla
 - 2) Uso de diapositivas e impacto visual

a) Contenido específico

1) Vocabulario:

La presentación contiene un lenguaje bastante básico, sin gran cantidad de palabras técnicas. Se trata de un vocabulario al alcance de todo el público, pues, aunque el tema que se desarrolla es sobre una materia muy específica, el ponente transmite el mensaje mediante palabras simples con las que se puede seguir la charla sin tener una formación previa en la materia. Por otra parte, presenta gran relación con el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en el que se imparte una asignatura optativa sobre robótica móvil. En ella se estudia de forma general este tipo de robots, ya sean voladores o no. También año tras año se nos ofrece a los alumnos de grado la posibilidad de apuntarnos a una asociación experta en este tema que participa en concursos a nivel nacional en cuanto a la fabricación y desarrollo de drones.

Algunas palabras específicas de la presentación, cuya traducción es muy similar en castellano son:

- i. *Autonomous aerial robots*, que es traducido por **robot aéreo autónomo**.

Pertenciente al campo de la robótica, se trata de un robot aéreo, también conocido por dron, que vuela sin tripulación. En este caso particular el robot es capaz de obrar

únicamente según su criterio, sin ayuda de un GPS que le proporcione la posición. Respecto a este y otros términos específicos de la charla, del lenguaje técnico en general y de la robótica en particular, no está de más apuntar la abundancia de los llamados “compound nouns” (nombres compuestos) en el inglés, esto es, grupos de palabras que se van ensamblando en torno a un sustantivo principal que siempre se coloca al final del grupo. En este caso la traducción es literal, pero en otros, al traducirlo al castellano, es necesario parafrasear el original con ayuda de preposiciones. Por otra parte, muchos de estos “compounds”, cuando su uso se generaliza, se convierten en acrónimos y dejan de traducirse a las respectivas lenguas (por ejemplo: GPS, véase más abajo). Para un receptor de la charla no nativo, sea ingeniero o no, es importante tener esto en cuenta si ha de hacer una correcta transposición conceptual a su propia lengua.

ii. *Laser scanner*, que traducido sería **escáner láser**.

Palabra que pertenece al campo de la informática, permite realizar un análisis del interior de un cuerpo u objeto mediante el procesamiento informático.

iii. *Method of triangulation*, traducido por **método de triangulación**.

Proveniente del campo de la geometría, este método trata de determinar los puntos singulares de un territorio mediante el cálculo exacto de los vértices geodésicos (posición geográfica exacta)

iv. *GPS (Global Positioning System)*, traducido por **sistema de posicionamiento global**.

Este acrónimo de origen norteamericano pertenece al campo de la geolocalización y hace referencia a un sistema que permite determinar la posición de cualquier objeto en toda la Tierra.

2) Relación con las asignaturas del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática:

2.1) Asignaturas principales en el desarrollo del proyecto

La asignatura del Grado en Ingeniería Industrial y Automática que más relación tiene con esta charla vuelve a ser **Sistemas Robotizados**, como en el caso de la charla titulada “A monkey that controls a robot with its thoughts. No, really”. En esta presentación, centrada en robots de tipo volador, los contenidos más importantes estudiados en la asignatura cursada en el tercer año tratan acerca del lenguaje con el que se transmiten las órdenes al dron y a la comunicación de los drones entre sí.

También la asignatura de **Programación de Sistemas en Tiempo Real**, impartida en el tercer curso, está muy representada en la charla, ya que se manejan drones mediante lenguajes de programación muy específicos. En dicha asignatura se aprenden diversos tipos de lenguaje con diferentes características como la facilidad de programación, robustez o fiabilidad entre otras. En distintos ensayos realizados por el equipo del profesor Kumar, el lenguaje de programación empleado en la implementación de algoritmos es C++ (Shen *et. al.*, 2013, 6), principal lenguaje estudiado en la asignatura.

2.2) Otras asignaturas relacionadas con el diseño y fabricación

La asignatura **Mecánica de Máquinas** del segundo curso del grado interviene en gran medida en este proyecto, pues se necesitan conocimientos de la materia en cuanto al movimiento de las hélices, la inercia con la que se mueve el robot o la propia construcción del dron.

La asignatura **Sistemas Basados en Microprocesador**, impartida en el tercer curso, sirve para comprobar cómo se pueden programar aplicaciones muy sencillas mediante programas muy básicos. En este caso, al tener una limitación en cuanto al peso del dron, se necesitan dispositivos muy ligeros, pero también robustos, para aguantar posibles golpes. Los procesadores que se han podido ver y programar en esta asignatura, una vez cursada, cumplen estos criterios con garantías.

Otra asignatura importante es **Electrónica de Potencia**, cursada en cuarto año de grado. El profesor Kumar comenta la cantidad de energía que es necesaria para hacer volar un dron según su peso y demás características, que es precisamente lo que se estudia en la asignatura: la energía que necesitan los componentes para funcionar correctamente, la capacidad de las baterías durante el vuelo del dron o las especificaciones de cualquier componente de potencia.

En las primeras etapas del proceso de diseño es muy importante tener una base para la comprensión posterior de conocimientos tecnológicos en general. Las asignaturas de **Física I** y **Matemáticas II** impartidas en el primer y segundo curso respectivamente, son básicas para desarrollar conocimientos más complejos, como, por ejemplo, las trayectorias que debe seguir el dron o el método de triangulación al que hace referencia el profesor Kumar durante la presentación. También la asignatura de primer curso de **Expresión Gráfica** proporciona contenidos referentes al diseño y elaboración de un prototipo siguiendo un estándar de dibujo industrial normalizado.

2.3) Asignaturas necesarias para el reconocimiento de objetos

La asignatura más enfocada en esta parte de la presentación es **Modelado y Simulación de Sistemas**. Impartida en el tercer curso, esta asignatura se hace imprescindible a la hora de recrear un mapa en tres dimensiones del interior de los edificios o para la reconstrucción tridimensional de los modelos de plantas, mediante la estimación del tamaño del manto y su posterior correlación.

Otra asignatura implicada en esta charla es **Visión Artificial**, cursada como asignatura optativa en el último año de grado, proporciona una gran variedad de competencias en cuanto al reconocimiento de objetos y el uso de diversas aplicaciones para el procesamiento de imágenes.

2.4) Asignaturas necesarias para la planificación y divulgación

La asignatura de **Proyectos de Ingeniería** es primordial en cualquier proyecto de estas características. Cursada en cuarto año, la asignatura enseña todo tipo de métodos y

programas para una mejor planificación y control del tiempo a la hora de la fabricación o programación de los drones, por ejemplo.

Por último, la asignatura de **Inglés Técnico**, también es muy importante en el proyecto y otros similares, dado que en ellos confluyen ingenieros expertos en robótica de diferentes nacionalidades y la lengua que comparten, más allá de los conocimientos técnicos, es el inglés.

2.5) Conclusión

A continuación, se muestra la relación de asignaturas mencionadas, gracias a las cuales se ha podido realizar el análisis de esta presentación. Se encuentran ordenadas por la importancia que presentan en cada fase:

Fase	Asignatura	Curso
Asignaturas principales en el desarrollo del proyecto	Sistemas Robotizados	3
	Programación de Sistemas en Tiempo Real	3
Otras asignaturas relacionadas con el diseño y fabricación	Mecánica de Máquinas	2
	Sistemas Basados en Microprocesador	3
	Electrónica de Potencia	4
	Física I	1
	Matemáticas II	2
	Expresión Gráfica	1
Asignaturas necesarias para el reconocimiento de objetos	Modelado y Simulación de Sistemas	3
	Visión Artificial	4
Asignaturas necesarias para la planificación y divulgación	Proyectos de Ingeniería	4
	Inglés Técnico	2

Tabla 3: Asignaturas que están relacionadas con esta charla. Elaboración propia.

b) Cariz social

La aplicación social que lleva consigo el hallazgo del profesor Kumar, no se hace patente hasta la última parte de la charla. Una vez que Kumar ha explicado los procesos por los que ha pasado hasta llegar a concluir este proyecto, explica cuáles son los beneficios que sus redes de robots pueden transferir a la sociedad. Apoyando su presentación en un vídeo, Kumar muestra una red de robots sobrevolando un campo de cultivo y describe cómo los robots van creando mapas personalizados de cada planta.

La información proporcionada por los robots es muy valiosa, ya que permite conocer cuáles son las necesidades de cada planta como, por ejemplo, la cantidad de agua que requieren o el nivel de fertilizantes y pesticidas. Obteniendo esta información, el agricultor de forma específica sería capaz de conocer:

- El número de frutos de cada planta, lo que le permitiría saber la cosecha del campo de cultivo, optimizando su producción.

- Mediante una reconstrucción tridimensional, el agricultor podría conocer el nivel de fotosíntesis realizado en cada planta, lo que mostraría el nivel de salubridad de cada una de ellas.
- Mediante la combinación de información visual e infrarrojos, los robots suministrarían información sobre la eficiencia de cada planta.
- Finalmente, a través de un proceso totalmente autónomo, la información obtenida pondría de manifiesto la aparición de enfermedades en los cultivos como la clorosis (enfermedad de las plantas caracterizada por la pérdida del color verde en sus hojas). De esta forma, el agricultor podría detectar de manera temprana qué planta se encuentra enferma.

Gracias a esta información, el profesor Kumar propone una posible solución o, al menos, una disminución del problema actual de la agricultura. Y, es que, según Kumar y su equipo, la utilización de redes de robots aéreos autónomos permitiría aumentar el rendimiento del campo de cultivo en un 10%, así como disminuir la cantidad de factores de producción que estos necesitan como el agua de riego en un 25%.

Esto supondría grandes beneficios para la sociedad y el sostenimiento del medio ambiente. Según un informe realizado por las Naciones Unidas, se estima que casi la mitad de la población mundial vive en áreas con riesgo de sufrir escasez hídrica al menos un mes al año, siendo el sector agrícola el principal consumidor de agua (Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, 2018). Adaptar las necesidades de los cultivos para disminuir el consumo de agua es un factor fundamental para proteger la sostenibilidad del medio ambiente y el futuro de la población mundial.

c) Expresión y aspectos comunicativos

En este apartado se va a proceder a detallar los aspectos comunicativos de la charla, así como a la descripción sobre la expresión y presentación de la misma.

1) Partes y características de la charla:

El profesor Kumar desarrolla su ponencia siguiendo un hilo argumental, sin partes claramente diferenciadas, en contraste con las dos charlas anteriormente descritas en el presente trabajo.

Kumar comienza la charla mostrando en el escenario un robot aéreo autónomo como los que construye junto a su equipo en el laboratorio de la Universidad de Pensilvania. Este robot le sirve para introducir su charla describiendo sus características, y es que, tal y como explica, éstos tienen una peculiaridad con respecto a los robots que actualmente se encuentran en el mercado. Los robots desarrollados por su equipo no llevan incorporado un GPS, lo que les dificulta determinar su posición. Para subsanar esta limitación, los robots llevan acoplados sensores, cámaras y escáneres láser. La incorporación de estos componentes hace aumentar su tamaño, siendo más pesados y, por tanto, presentando un nivel bajo de autonomía ya que el consumo de energía es elevado. Sin embargo, estos elementos permiten que el robot, utilizando un método de triangulación, sea capaz de escanear el entorno creando mapas en alta resolución identificando así los obstáculos del lugar donde se encuentra.

Una vez planteadas estas desventajas, el profesor comienza a mostrar una serie de experimentos realizados en su laboratorio con distintos prototipos de robots. En primer lugar, muestra un robot mucho más pequeño ya que en él se sustituyeron los componentes anteriormente mencionados por un móvil convencional. El móvil junto con una aplicación que puede descargarse a través de su tienda, es capaz de realizar la misma función que el robot inicial, pero subsanando los problemas encontrados de tamaño, peso y consumo. Estos robots pasaron entonces a ser de un tamaño mucho más pequeño permitiéndoles ir más rápido y moverse en entornos sin una estructura clara.

Para explicar el segundo ensayo, Kumar muestra un video en el que se puede observar un robot al que le ha sido incorporado un brazo lo que le permite agarrar objetos mientras se encuentra en movimiento. Por último, en el tercer ensayo muestra un robot el cual lleva colgando de su cuerpo un objeto con una cuerda. La longitud total entre el robot y la carga es mayor que la longitud del hueco por donde tiene que pasar el robot. Se podría pensar entonces que es imposible pasar la carga a través del agujero. Sin embargo, este robot es capaz de oscilar la carga para poder sobrepasar los obstáculos con los que se enfrente sin colisionar con ellos. Estos tres ensayos permiten al profesor demostrar las ventajas y la autonomía que presentan los robots diseñados.



Figura 34: Robot con brazo incorporado



Figura 35: Robot sosteniendo una carga

Sin embargo, el profesor Kumar y su equipo perseguían el objetivo de construir robots con un tamaño aún más pequeño con la finalidad de que fueran muy ligeros y más seguros. Inspirándose en las abejas por la inercia tan pequeña que tiene su vuelo, el profesor construyó un robot tan ligero que era capaz de retomar su vuelo cuando colisionara con un obstáculo haciéndolo así más seguro. De esta forma, logró desarrollar un robot con un peso de 25 gramos, sólo 6 vatios de consumo y capaz de recorrer 6 metros por segundo. Además, se consiguió aumentar la seguridad del mismo ya que la ligereza de este robot le permite absorber y responder a las colisiones retomando así su vuelo con normalidad.



Figura 36: Robot de 25 g. inspirado en las abejas

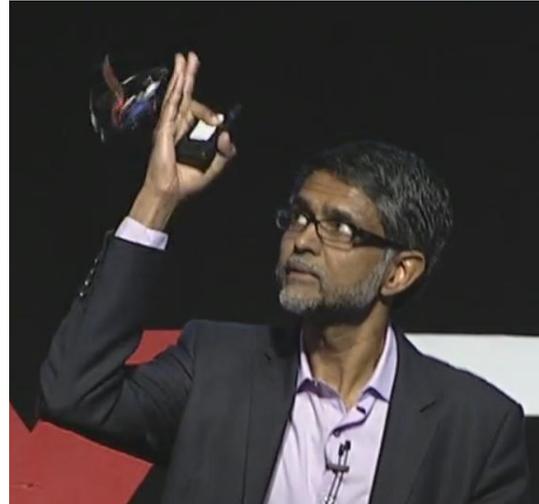


Figura 37: Robot sufriendo una colisión

Una vez construido este robot, Kumar y su equipo se percataron de las desventajas que podía suponer este tamaño tan pequeño. Fue entonces cuando Kumar, inspirándose en la naturaleza, quiso crear “enjambres de robots”. Así, comenzó a crear redes de robots. Kumar entonces no sólo tenía que crear la red, sino que cada uno de los robots que conformara dicha red tenía que ser capaz de interactuar con los demás para llevar a cabo labores de detección, comunicación y computación. Para lograr este objetivo, Kumar desarrolló una serie de algoritmos basados en tres principios organizativos que podemos encontrar en la naturaleza:

- 1) Los robots tienen que ser capaces de interactuar entre sí, es decir, deben de ser capaces de sentir y comunicarse con los demás robots que conforman la red.
- 2) Principio de anonimato: no hay coordinación central. Es decir, no existe un robot principal que mande órdenes al resto, sino que cada uno de los robots de forma individual reacciona a los demás.
- 3) Por último, con el fin de que la red de robots fuera capaz de seguir diferentes formas como puede observarse en la naturaleza, incluyeron en ellos descripciones matemáticas sobre las formaciones que podían ejecutar.

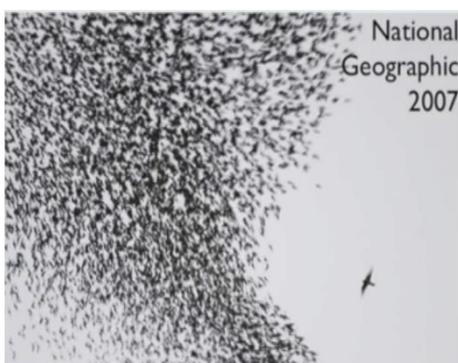


Figura 38: Imagen de bandada de pájaros

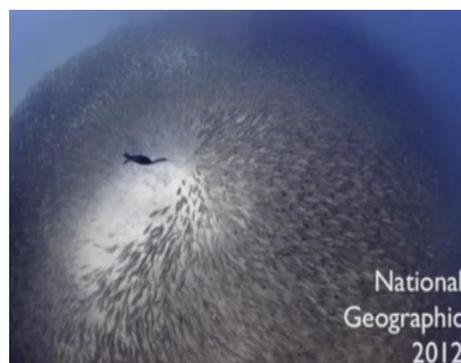


Figura 39: Imagen de banco de peces

Una vez que el profesor muestra cuales son las características que han sido incorporadas a los robots, centra la parte final de la charla en la aplicación de su proyecto. Según Kumar, la agricultura puede beneficiarse en gran medida de las redes de robots. Para mostrar la manera en la que ocurriría esto, en primer lugar, detalla cuáles son los problemas con los que se enfrenta la agricultura actualmente. A continuación, explica cómo sus redes de robots son capaces de obtener información a nivel individual de cada planta creando mapas a través de cámaras de color, de infrarrojos y térmicas. Estas plantas que conforman el campo de cultivo formarán un mapa completo con el fin de conocer la cantidad de fruto que produce, la necesidad de agua o si están padeciendo alguna enfermedad.

2) Uso de vídeos e impacto visual:

Durante toda la presentación del profesor Kumar se puede encontrar un gran impacto visual tanto en la forma de presentar la charla como en la introducción de vídeos con los que el público presente disfruta y se entretiene. Nada más comenzar la charla, y posteriormente en varias ocasiones, vuelan alrededor del profesor Kumar drones que ha construido éste junto con su equipo de la Penn State University. Además, en los vídeos iniciales se muestra el funcionamiento de robots a nivel individual, así como a nivel de red. Esto permite a los oyentes hacerse una idea del proyecto desarrollado por el profesor y su equipo.

Los dos vídeos mostrados al inicio son recreaciones de mapas realizadas mediante robots gracias al método de triangulación:

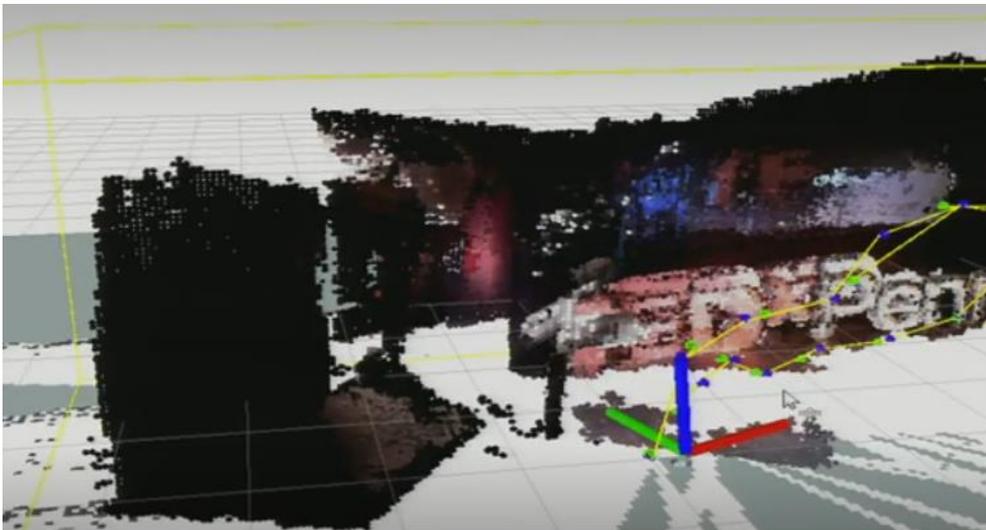


Figura 40: Mapa creado por el robot inicial desarrollado

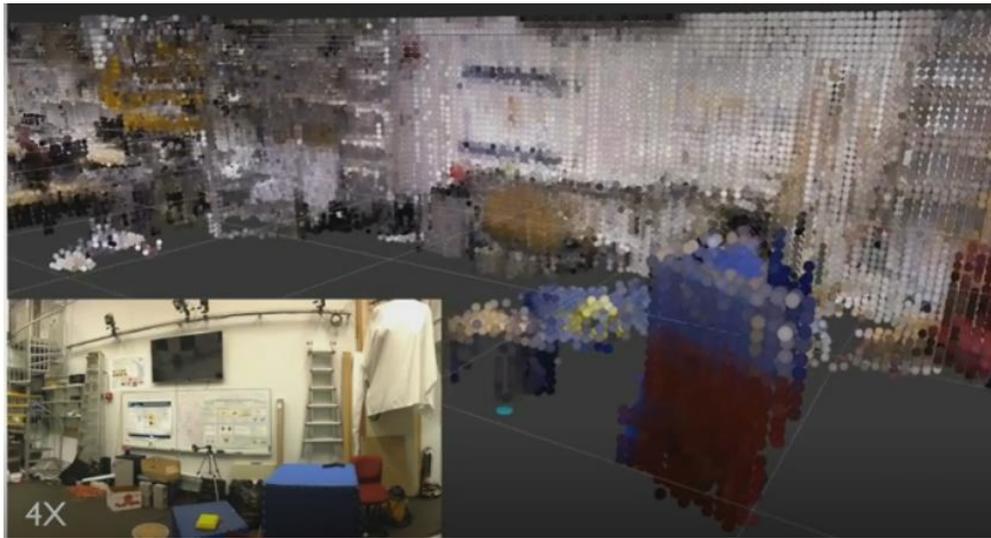


Figura 41: Mapa en alta resolución creado por un robot con un mayor grado de avance

Como se puede observar, en la Figura 40 se muestra una reconstrucción en alta resolución de un entorno gracias al robot desarrollado por el profesor y su equipo. Con la información recogida, el robot es capaz de crear este mapa de forma que cualquier persona sería capaz de ver un lugar determinado sin estar físicamente presente en él. Mediante el uso de estos vídeos, el profesor permite que los espectadores puedan visualizar los mapas creados por los robots llegando así a un mayor grado de entendimiento.

A continuación, el profesor muestra en el escenario otro robot construido que incorpora un teléfono móvil de marca reconocida, que incorpora una cámara de gran resolución con la que se abaratan costes. También se muestran dos vídeos en los que se observan los diferentes prototipos de robots que él y su equipo han ido desarrollando a lo largo de este proyecto. El primero, de gran impacto, muestra un águila atrapando un pez en el agua y muestra cómo haría esto un robot.



Figura 42: Águila cazando una presa



Figura 43: Robot simulando la caza de una presa

Posteriormente, el profesor comienza a explicar el objetivo del proyecto: la creación de las redes de robots y su funcionamiento. Para ello, muestra varias imágenes y vídeos. En la primera imagen se ve cómo se forman estas redes en la naturaleza:

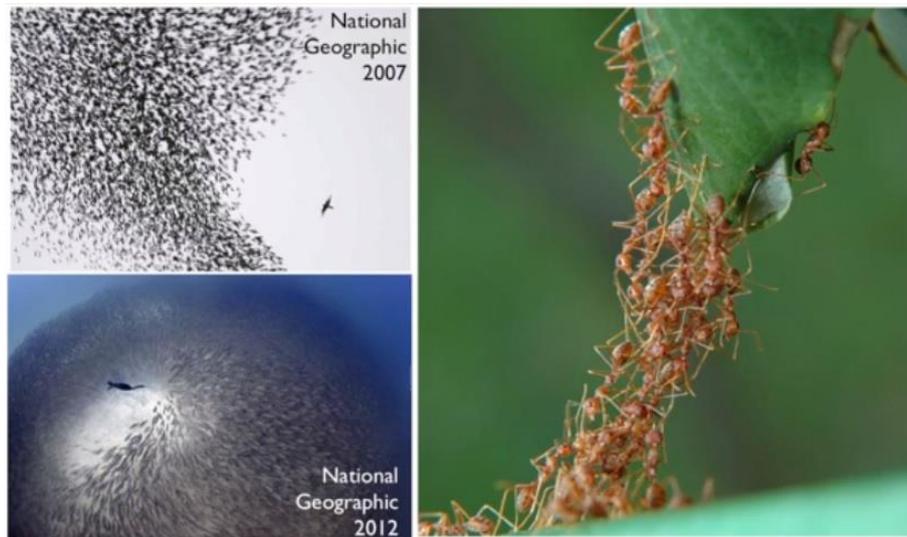


Figura 44: Redes que se forman en la naturaleza

Y seguidamente se muestra un vídeo en el que se observa a uno de los miembros de su equipo con un robot en la mano. El resto de robots interactúan con el robot “secuestrado” moviéndose en torno a él y realizando movimientos similares:



Figura 45: Miembro del equipo del profesor Kumar dirigiendo una red de robots

También se muestran más vídeos de redes de robots realizando movimientos totalmente síncronos realizando formas de todo tipo bajo las órdenes del equipo del profesor Kumar.

Finalmente, el profesor expone los problemas a los que esta red de robots puede dar solución, mediante aplicaciones para mejorar la agricultura y campos de cultivo como la recreación de un huerto mediante cámaras de color, de infrarrojos y térmica:

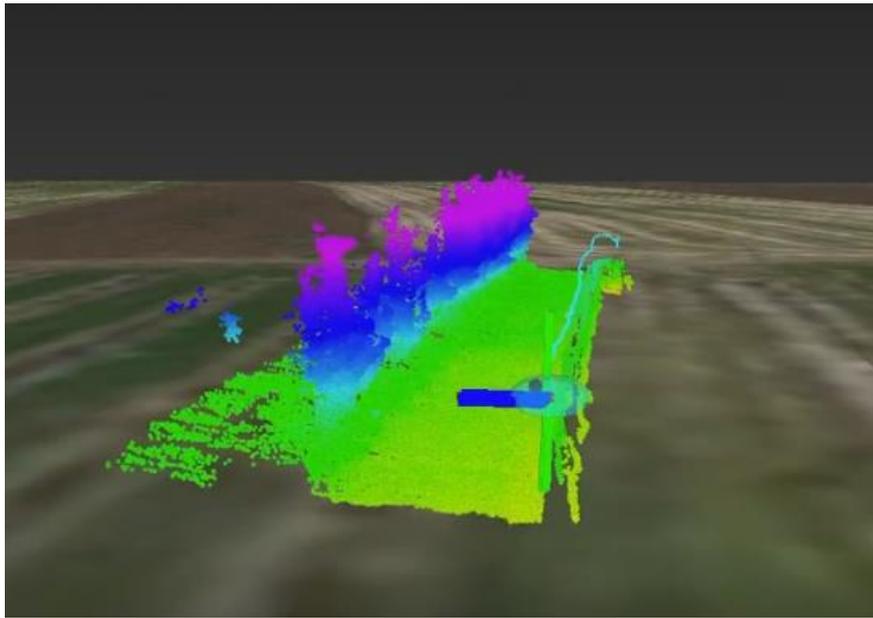


Figura 46: Recreación de un campo de cultivo mediante diferentes cámaras

Otra aplicación podría ser la detección de la cantidad de fruto que ha producido un árbol en particular o la cantidad y calidad del follaje del árbol:



Figura 47: Detección de la cantidad de fruta

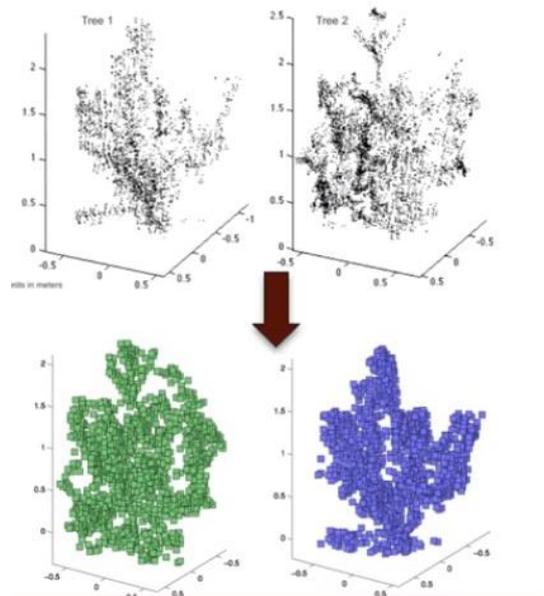


Figura 48: Detección de la cantidad de follaje

5. CONCLUSIONES

Sobre el capítulo anterior se pueden extraer diversas conclusiones. En cuanto al contenido específico, el vocabulario que emplean los ponentes en las dos primeras charlas analizadas es muy específico, dirigido a un público que debe tener un nivel medio de conocimientos científicos sobre los que trate la ponencia. A cambio, se puede aprender de la charla del profesor Kumar que un lenguaje básico puede significar una mejor forma de transmitir el conocimiento sin que se pierda el rigor necesario en este tipo de conferencias. A este respecto, se ha podido constatar la necesaria aplicación de, prácticamente, la totalidad de asignaturas cursadas en el Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática para el análisis completo de las charlas. Un ingeniero actualmente debe ser capaz de dominar todas las facetas de su área de conocimiento, y se le presupone la capacidad suficiente para adaptarse a las que no domina. En este sentido las charlas TED muestran hasta qué punto se puede y se debe poner en funcionamiento el conjunto de conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas del grado al servicio de una comunicación efectiva.

En las tres charlas analizadas, el elemento común que comparten es el cariz social que atesoran. Se plantea un estudio o se implementa un producto con el fin de mejorar la calidad de vida de la sociedad. Esto, que debe estar presente en todas las facetas de la vida de un profesional, es algo que un ingeniero no debe de perder de vista: el porqué o para qué de un proyecto cualquiera, más allá de la respuesta inmediata desde el ámbito técnico.

En cuanto a la expresión y los aspectos comunicativos, se puede concluir que cada ponente realiza su presentación de una manera personal, pero siempre enmarcada en el prototipo de conferencias TED: charlas amenas, con muchas imágenes y vídeos con un gran impacto visual, referencias personales, cercanía con el público, múltiples aspectos no verbales que no han tenido cabida aquí (repeticiones, cambios en el tono de voz, contacto visual, preguntas retóricas, humor, lenguaje corporal y otros muchos), gran capacidad de síntesis e indudable capacidad de transmitir conceptos complejos en un lenguaje accesible al ciudadano medio.

Retomando, pues, el principal objetivo del presente trabajo tal como se manifestó en la introducción al mismo, se ha tratado no sólo de constatar la necesidad de que el ingeniero español, lo mismo que el anglosajón, reciba una formación específica en comunicación oral profesional desde las propias aulas universitarias; sino que, además, se ha puesto de manifiesto la estrecha relación, ya existente, entre las herramientas necesarias (el método, el “cómo” de la transmisión de conocimiento) y los contenidos a transmitir (las asignaturas del grado en ingeniería, el “qué” o “quid” de la cuestión). Consideramos que el asunto debe implicar a todas las partes encargadas de diseñar los planes de estudios en su conjunto. Sin embargo, desde el ámbito inmediato, la Universidad Politécnica de Cartagena, aportamos esta primera muestra de por dónde se debería continuar. Sólo así el ingeniero español que, como se está demostrando por los profesionales que en los últimos tiempos se han visto a emigrar a países como Alemania, el Reino Unido, China o países de Sudamérica y Oriente Medio, entre otros muchos, aporta una formación académica sólida a las empresas para las que trabaja o los centros

de investigación con los que colabora, tendrá además mejores oportunidades para poner en valor lo que sabe. Una parte del problema, como es obvio, es el dominio del inglés. Pero otra no menos importante, como esperamos haber demostrado en estas páginas, es lo que se conoce por comunicación efectiva, en inglés, en español y en cualquier idioma.

BIBLIOGRAFÍA

Fuentes primarias

Web de TED, www.ted.com

Amos Winter, The cheap all-terrain wheelchair, 2012, https://www.ted.com/talks/amos_winter_the_cheap_all_terrain_wheelchair

Miguel Nicolelis, A monkey that controls a robot with its thoughts. No, really, 2012, https://www.ted.com/talks/miguel_nicolelis_a_monkey_that_controls_a_robot_with_its_thoughts_no_really

Vijay Kumar, The future of flying robots, 2015, https://www.ted.com/talks/vijay_kumar_the_future_of_flying_robots

Fuentes secundarias

Altbach, P. G. (2007). The imperial tongue: English as the dominating academic language. *Economic and political Weekly*, 3608-3611.

André LeBlanc, Artificial Intelligence and the future, 2015, https://www.youtube.com/watch?v=xH_B5xh42xc

Assertion-evidence approach, <https://www.assertion-evidence.com/>

Caballero Bazán, Á. (2014). Fundamentos de programación de Visual Basic en CATIA V5. Aplicación al diseño de engranajes rectos y helicoidales de ejes paralelos. Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Aeroespacial (pp. 198).

Chang, Y. J., & Huang, H. T. (2015). Exploring TED talks as a pedagogical resource for oral presentations: A corpus-based move analysis. 39(4), 29-62.

Cid, M. T., & Allepuz, J. P. (2004). Evolución y utilización de Internet en la educación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (24), 59-67.

David Katz, The surprising solution to ocean plastic, 2017, https://www.ted.com/talks/david_katz_the_surprising_solution_to_ocean_plastic

Dertouzos, M. L., Gates, W. H., & Galmarini, M. A. (1997). Qué será: cómo cambiará nuestras vidas el nuevo mundo de la informática.

Educación 3.0, <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/charlas-ted-inspiradoras-para-poner-en-clase/32869.html>

Endicott, J. (1999). A strong template identity creates powerful impressions. *Presentations*, 13(8), 28-29.

Eurostat, 2018, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/es#Estad.C3.ADsticas_de_energ.C3.ADA_renovable

- Hachach-Haram, How augmented reality could change the future of surgery, 2017, https://www.ted.com/talks/nadine_hachach_haram_how_augmented_reality_could_change_the_future_of_surgery
- Hannah Bürckstümmer, A printable, flexible, organic solar cell, 2017, https://www.ted.com/talks/hannah_burckstummer_a_printable_flexible_organic_solar_cell
- Hayward, P. A. (2017). Incorporating TED Talk assignments into a public-speaking course. *Communication Teacher*, 31(4), 239-244.
- Jewitt, C. (2012). *Technology, literacy, learning: A multimodal approach*. Routledge.
- Jonathan Rossiter, A robot that eats pollution, 2016, https://www.ted.com/talks/jonathan_rossiter_a_robot_that_eats_pollution
- Kedrowicz, A. A., & Taylor, J. L. (2016). Shifting rhetorical norms and electronic eloquence: TED talks as formal presentations. *Journal of Business and Technical Communication*, 30(3), 352-377.
- Ken Robinson, Do school kill creativity? 2006, https://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity?
- Kress, G. (2009). *Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication*. Routledge.
- Melissa Marshall, Talk nerdy to me, 2012, https://www.ted.com/talks/melissa_marshall_talk_nerdy_to_me
- Moraza Herrero, M. (2014). La lengua inglesa en la industria turística: utilización y especialización.
- Nancy Duarte, The secret structure of great talks, 2011, https://www.ted.com/talks/nancy_duarte_the_secret_structure_of_great_talks
- National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2017.
- Penn State University, <https://www.psu.edu>
- Pratik Shah, How AI is making it easier to diagnose disease, 2017, https://www.ted.com/talks/pratik_shah_how_ai_is_making_it_easier_to_diagnose_disease
- Rodwell, G. F. (1879). Bacon's *Novum Organum*. *Nature*, 19(482), 262.
- Romanelli, F., Cain, J., & McNamara, P. J. (2014). Should TED talks be teaching us something? *American journal of pharmaceutical education*, 78(6), 113.
- Shen, S., Mulgaonkar, Y., Michael, N., & Kumar, V. (2013, June). Vision-Based State Estimation and Trajectory Control Towards High-Speed Flight with a Quadrotor. In *Robotics: Science and Systems* (Vol. 1).

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Confluencia de aspectos de este estudio	2
Figura 2: Ejemplo de portada del boletín Philosophical Transactions	5
Figura 3: Ejemplos de universidades con programas de comunicación oral.....	6
Figura 4: Pantalla inicial de la Penn State University	8
Figura 5: Porcentaje de temas relacionados con el grado. Elaboración propia	16
Figura 6: Bürckstümmer en su TED Talk	17
Figura 7: Célula solar totalmente innovadora	17
Figura 8: Imagen portada de una entrada de blog en la web de TED	18
Figura 9: Imagen inicial de la presentación: The Cheap All-terrain Wheelchair	21
Figura 10: Amos Winter en su presentación	22
Figura 11: Diapositiva utilizada en la presentación	22
Figura 12: Persona bajando de un autobús adaptado	29
Figura 13: Silla de ruedas rudimentaria	29
Figura 14: Niños en silla de ruedas en Tanzania.....	29
Figura 15: Imagen de bicicleta como ejemplo	29
Figura 16: Ejemplo de diapositiva con “bullet points” utilizada en la presentación.....	30
Figura 17: Dibujos mostrados en la presentación	30
Figura 18: Mecanismo de una bicicleta.....	30
Figura 19: Prototipo no apto para terrenos rurales.....	31
Figura 20: Imagen inicial de la presentación: A monkey that controls a robot with its thoughts. No, really.....	32
Figura 21: Nicolelis durante su presentación.	33
Figura 22: Diapositiva utilizada en la presentación	33
Figura 23: Diapositiva que muestra el registro de células cerebrales	39
Figura 24: Representación esquemática de la interfaz cerebro-máquina	39
Figura 25: Captura del video mostrado en la presentación referente al primer ensayo realizado	40
Figura 26: Diapositiva en esquema explicando el funcionamiento del avatar	40
Figura 27: Experimento de la selección del objetivo correcto mediante brazo virtual	41
Figura 28: Comparación del cerebro del mono con y sin movimientos físicos	41
Figura 29: Captura del vídeo con el robot humanoide caminando.....	42
Figura 30: Diapositiva mostrada de esquema representativo del problema	42
Figura 31: Imagen inicial de la presentación: The future of flying robots	43
Figura 32: Vijay Kumar durante su presentación.....	44
Figura 33: Robot bautizado como flying phone.....	44
Figura 34: Robot con brazo incorporado.....	49
Figura 35: Robot sosteniendo una carga	49
Figura 36: Robot de 25 g. inspirado en las abejas.....	50
Figura 37: Robot sufriendo una colisión	50
Figura 38: Imagen de bandada de pájaros	50
Figura 39: Imagen de banco de peces	50
Figura 40: Mapa creado por el robot inicial desarrollado	51
Figura 41: Mapa en alta resolución creado por un robot con un mayor grado de avance	52
Figura 42: Águila cazando una presa	52
Figura 43: Robot simulando la caza de una presa.....	52
Figura 44: Redes que se forman en la naturaleza.....	53

Figura 45: Miembro del equipo del profesor Kumar dirigiendo una red de robots.....	53
Figura 46: Recreación de un campo de cultivo mediante diferentes cámaras.....	54
Figura 47: Detección de la cantidad de fruta.....	54
Figura 48: Detección de la cantidad de follaje	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Asignaturas que intervienen en esta charla. Elaboración propia.....	26
Tabla 2: Asignaturas que intervienen en esta presentación. Elaboración propia.	36
Tabla 3: Asignaturas que están relacionadas con esta charla. Elaboración propia.....	47