



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

# **Introducción de la Tecnología Médica en el aula.**

**Presentado por:** Andrés Mora Gómez  
**Línea de investigación:** Estado de la  
cuestión  
**Director/a:** Carmen García Escudero

**Ciudad:** Murcia  
**Fecha:** 5 -10-2012



## **1. Agradecimientos.**

En primer lugar quiero dar las gracias a todo el personal docente de la Universidad Internacional de La Rioja, pues de todos ellos he aprendido muchísimo, en especial, a mi tutor D. Juan Pablo Ruiz, que ha velado por mí durante este último año motivándome constantemente y a mi Directora de Proyecto Final de Master, Dña. Carmen García Escudero.

Quiero dar las gracias también, por su paciencia y amabilidad, a D. José Ribera Benedito, un profesional en el sector de la Ingeniería Médica, pero después de todo lo trabajado juntos, un amigo.

Mi más sincero agradecimiento a todos los compañeros de trabajo que me han ayudado para poder compaginar el Master realizado y el trabajo en tiempos estresantes. Me han apoyado en todo momento y me han dado tiempo cuando era imposible.

Por último y más importante a mi familia, la que me ha apoyado desde el principio y que son y serán siempre mi motivación a ser mejor persona. Gracias por hacer mi vida más fácil y por comprenderme.

## **2. Resumen.**

En este trabajo de investigación se intenta demostrar que la tecnología médica no se encuentra representada en los contenidos actuales de las diferentes asignaturas de Tecnología, en la Educación Secundaria Obligatoria y en Bachillerato. Para ello se ha tratado de analizar fundamentos de la tecnología médica, establecer ciertos recursos para la enseñanza de la materia, mostrar diferentes metodologías, encuestas a los alumnos, entrevistas a los docentes y realización de diferentes actividades en el aula.

En los últimos años se ha desarrollado un incremento de la industria médica en la sociedad mientras otras industrias han retrocedido.

Para poder abordar la realidad de la tecnología médica se ha analizado la normativa vigente, diferentes trabajos de investigación, búsqueda de diferentes empresas del sector y se ha recibido orientación de profesionales.

Se muestran diferentes actividades en el aula para poder motivar, enseñar y evaluar a los alumnos y las ventajas de los alumnos si se incluye estos nuevos contenidos o enfoques. Los recursos didácticos de este trabajo pretenden plantear dudas en los alumnos y hacerles reflexionar sobre un sector de la sociedad.

Por último se plantean diferentes líneas de investigación futuras.

**PALABRAS CLAVE:** Tecnología médica, tecnología, alumno, necesidad, contenido y recursos didáctico.

## **Abstract**

In this research we tried to demonstrate that medical technology is not represented in the current contents of the different subjects of Technology in Secondary Education and High School. For this we have tried to analyze the fundamentals of medical technology, establish certain resources for teaching the subject, show different methodologies, student surveys, interviews with teachers and various activities in the classroom.

In the last years the medical industry has experienced an economical growth in society while others industries have diminished.

This work shows how to introduce the medical technology in the technology classroom. For that reason, the fundamentals of medical technology have been analyzed, certain teaching resources have been established, the different methodologies have been explained and the realization of different activities inside the subject have been proposed.

Different classroom activities are shown to be able to motivate, teach and evaluate the students. The didactic resources of this work try to present questions to the students.

Finally, several future investigation guidelines are proposed.

Key words: Medical technology, technology, student, content and teaching resources.

### 3. Índice.

1. Agradecimientos.....	3
2. Resumen.....	4
3. Índice .....	6
4. Introducción del trabajo. ....	7
4.1. Justificación del trabajo y su título.....	8
5. Planteamiento del problema. ....	10
5.1. Objetivos.....	10
5.2. Breve fundamentación de la metodología.....	10
5.3. Breve justificación de la bibliografía utilizada.....	10
6. Desarrollo:.....	12
6.1. Revisión bibliográfica, fundamentación teórica. ....	12
6.2. Resultados y análisis. ....	22
7. Propuesta práctica.....	24
8. Conclusiones.....	31
9. Líneas de investigación futuras.....	33
10. Bibliografía.....	34
11. ANEXOS.....	36

## **4. Introducción del trabajo.**

La inserción de la tecnología como asignatura en el proceso formativo de los ciudadanos de nuestra sociedad se encuentra justificada y se necesita por la dependencia del mundo ante sus avances tecnológicos. Los países más poderosos tienen como índice, para compararse con otros, el desarrollo tecnológico. De esto se han dado cuenta casi todos los países del planeta y, por ello, es necesario que se disponga parte del presupuesto de los países, para la formación y desarrollo referente a tecnología.

La mayoría de la ciudadanía en España se encuentra rodeada por tecnología, con electrodomésticos, teléfonos, ordenadores... Dentro de la tecnología existe un sector que también se encuentra en nuestra vida cotidiana, la tecnología médica.

La misión contemplada en la alfabetización tecnológica es transmitir conocimientos tecnológicos a nuestros estudiantes o ciudadanos para que se encuentren preparados para afrontar problemas a lo largo de la vida. La misión es alfabetizar tecnológicamente en todos los sectores representativos de la tecnología.

Para abordar la formación de nuestros ciudadanos, España dispone de diversos medios, uno de ellos, son los centros donde se imparten los contenidos de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Grados Formativos y Grados Universitarios.

En estos momentos, la formación relacionada con la tecnología médica se encuentra implantada específicamente, a nivel universitario, con el Grado en Ingeniería Biomédica y su posterior postgrado. La formación que se recibe en esta rama tiene que ver con la orientación profesional, diferentes contenidos teórico-prácticos, formación ética y mostrar la realidad técnico-sanitaria.

Por el momento, en el sistema educativo español, se encuentra esta situación. Partiendo de este plano mostrado, se realiza un trabajo de investigación, donde se abordan diferentes temarios para comprobar si en la educación recibida antes de la universidad se tratan conceptos o realidades que mantienen relación con la tecnología médica.

La formación dada debe ser curricular como extracurricular, dando un sentido global para lograr una formación correcta, desarrollándose todas las competencias básicas que deben desarrollar los alumnos.

En el currículo actual de Tecnología en la Educación Secundaria Obligatoria no existe ningún bloque temático dedicado al sector médico. Pero hay que preguntarse qué se puede realizar por la formación de la ciudadanía sobre la tecnología médica.

#### **4.1. Justificación del trabajo y su título.**

Nadie puede negar el imparable avance de la medicina y como, a partir de la Segunda Guerra Mundial, este avance ha sido exponencial. Este proceso no habría sido posible sin las nuevas tecnologías que se han ido desarrollando en nuestra sociedad. Estos avances han dado solución a infinitos problemas de nuestra sociedad como enfermedades, discapacidades, mejoras de rendimiento, mejoras en sistema de comunicación...

El concepto global de las tecnologías sanitarias es amplísimo y difícil de abordar en un aula, no así los diferentes conceptos que se describirán y analizarán en el trabajo.

La tecnología médica, después de la experiencia de investigación de este trabajo, es la disciplina que aplica los principios, experiencias, métodos para entender y abordar problemas, conocer cuestiones y encontrar soluciones a los problemas en el campo de la medicina.

Este trabajo responde a la necesidad de transmitir esta realidad a las aulas de los centros escolares, para hacer responsables a los alumnos de nuestra sociedad e introducirlos en un sector fundamental.

La pregunta que nos planteamos en este trabajo es si las asignaturas relacionadas con la tecnología en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato representan a la tecnología médica.

Para ello, hay que indagar en diversos estamentos que componen la educación escolar. Hay que preguntar a los docentes, ver los contenidos de los manuales de texto, saber cómo se imponen y se eligen los contenidos, preguntar a los alumnos, preguntar a profesionales...

Esta investigación tiene como una de las causas de origen la implantación del Grado en Ingeniería Biomédica en algunas universidades españolas desde hace dos años. Este grado se encuentra implantado en otros países desde hace más tiempo



respondiendo a la necesidad de crear trabajadores cualificados para puestos de trabajo con un grado exigente de calidad. Nuestra sociedad necesita dar respuesta a un sector emergente. Según Stefan Blum, gestor del BB Medtech (Lux) de Bellevue Asset Management, el gran apogeo en España y en el mundo de esta tecnología es debido a:

“La esperanza de vida cada vez mayor de la población mundial y el incremento de enfermedades crónicas aumentan la demanda de servicios sanitarios. Entre 2000 y 2025 se duplicará el número de personas mayores de 60 años hasta casi 1.200 millones, aunque el mayor aumento se producirá en los países emergentes.

Los países recientemente industrializados aspiran a una mejora de los servicios sanitarios, lo que resulta en una mayor necesidad de inversión y una mayor demanda. En estos países, el gasto medio en salud por habitante se encuentra considerablemente por debajo de 1.000 USD anuales, mientras que en la mayoría de los países industrializados se sitúa entre los 4.000 y 8.000.”<sup>1</sup>

Aunque no se curse estudios universitarios conocer los contenidos sanitarios será útil para poder afrontar diversos retos en la vida del ciudadano.

Por eso el nombre de este trabajo: Introducción a la tecnología médica en el aula.

---

<sup>1</sup> Stefan Blum. (2012). Ingeniería médica: El diamante en bruto de la inversión en el sector salud. Disponible en: <http://www.fundspeople.com/noticias/ingenieria-medica-el-diamante-en-bruto-de-la-inversion-en-el-sector-salud-31270> Consulta: 27 agosto 2012

## **5. Planteamiento del problema.**

### **5.1. Objetivos.**

El objetivo que marca esta investigación es demostrar con un riguroso método de investigación que es posible que la tecnología médica no se encuentre dentro del currículo de las asignaturas de Tecnología en la ESO, ni Tecnología Industrial en Bachillerato. Además, introduciremos posibles contenidos sobre la ingeniería médica-sanitaria en el aula de tecnología.

### **5.2. Breve fundamentación de la metodología.**

Para realizar la presente investigación hemos realizado un amplio trabajo de análisis cualitativo y cuantitativo de los libros de texto y su adecuación en el curriculum de la ingeniería medica. Esta metodología tenía el objetivo de hallar la suficiente información que nos ayudase a verificar nuestra hipótesis: constatar si se realiza una introducción del campo de la biomedicina en el aula de Tecnología en las diferentes etapas de enseñanza. Por otro lado hemos realizado trabajo de campo para ver la realidad sobre el tema de investigación, queríamos tener conocimiento empírico sobre el uso de los manuales de texto, actividades relacionadas, opiniones de los alumnos y docentes en las aulas.

Con esta metodología hemos recopilado una rica información que presenta una interesante investigación empírica; consta de las opiniones de diferentes elementos de la educación.

### **5.3. Breve justificación de la bibliografía utilizada.**

Para poder introducir nuevos conceptos en el aula debemos analizar los contenidos actuales para poder abordar de una forma no compleja este campo tecnológico. Para ello se ha intentado, mediante prácticas en el aula, conocer los contenidos básicos del aula.

Para obtener información sobre la actualidad del campo, se busca información en libros de referencia, empresas actuales donde se realizan tareas de investigación, desarrollo e innovación, tesis doctorales y artículos que puedan dar una idea de hacia dónde se dirige el futuro a corto y medio plazo.

Se ha estudiado varios manuales de texto de tecnología de diferentes cursos.

Se solicita información de los docentes de tecnología y los alumnos.

Con la información recolectada se procede a realizar un resumen de los principales temas a abordar y su posterior desarrollo.

Se crean diferentes actividades o propuestas de contenido a modo de ejemplo en el aula.

## 6. Desarrollo:

### 6.1. Revisión bibliográfica, fundamentación teórica.

Según la hipótesis que ya hemos planteado en apartados anteriores, la tecnología médica no está incluida en los currículos tanto en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria como en la etapa de Bachillerato. Para comprobar estas afirmaciones, consultaremos los currículos mencionados en líneas anteriores. Por otra parte, analizaremos libros de texto de diferentes cursos de la ESO y de Bachillerato.

¿Por qué cambiar los contenidos curriculares o ampliarlos en la materia de Tecnología? Según Ken Robinson en su documental “Changing Paradigms”, la sociedad actual requiere nuevas visiones, nuevos empleos, creatividad.<sup>2</sup>

Nos encontramos en un campo educacional que representa un nuevo tipo de educación, una educación en la que la condición que se nos impone es no conocer cómo va a ser la situación de la sociedad ni en dos años vista.

Otro de los autores que encontramos más interesantes entre los que hemos estudiado es John Taylor Gatto. Se trata de un innovador en la educación. A continuación, exponemos parte de uno de los discursos del autor que comentaremos seguidamente.

“Dos instituciones controlan a día de hoy la vida de nuestros hijos: la televisión y la escuela, por este orden. Ambos reducen el mundo real de sabiduría, fortaleza, templanza y justicia hacia una abstracción sin final y sin frenos.

Las escuelas están diseñadas para producir, a través de la aplicación de fórmulas, seres humanos estandarizados cuyo comportamiento pueda ser predecible y controlado.

Es absurdo y anti-vital moverte de aula en aula al sonido de una sirena durante todos los días de tu infancia natural en una institución que no te permite ninguna privacidad y que incluso te la quita en el santuario de tu propia casa pidiéndote que hagas tus “deberes”.

Necesitamos volver a pensar en las premisas fundamentales de la escolarización y decidir qué es lo que queremos que los niños aprendan y por qué.”<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Ken Robinson. (2010). Changing Paradigms. [Vídeo]. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=zDZFcDGpL4U> Consulta: 19 julio 2012

Tras la lectura de este discurso de John Taylor Gatto y apoyándonos en él, decidimos apostar por nuevas enseñanzas. No hemos elegido la medicina técnica por casualidad. Creemos que debe renovarse el currículo que conforman los cursos de la ESO y de Bachillerato de forma continua, ya que la educación debe avanzar al mismo ritmo que la sociedad. No es suficiente con modificar algunos elementos, hay que innovar. Para poder llevar a cabo esto y poder impactar en la mente de los alumnos se debe presentar otros ejemplos sociales diferentes a los vistos por los alumnos en los diferentes medios de comunicación. Además mostrar ejemplos de profesionales cualificados en las aulas puede enriquecer la mente de los alumnos.

La tecnología es una materia que, desde nuestro punto de vista, debería tener más importancia en la escuela. Esta materia está presente en todos los ámbitos de la sociedad: transportes, internet, electrodomésticos, energía, sanidad. En fin, una lista sin fin.

Según Gregory Stock, biofísico y empresario de biotecnología, "la primera persona que vivirá 150 años ya ha nacido"(Programa "REDES, Rediseñaremos a los seres humanos")<sup>4</sup>. Esto supone que el desarrollo de este campo parece que no tiene limitaciones y se desarrolla de forma exponencial. En este trabajo se han expuesto unos conocimientos básicos para abordar de forma general y divulgativa la ingeniería médica o la tecnología médica. Se intenta acercar una importante de nuestra comunidad al aula escolar.

Dando un apunte sobre la bibliografía encontrada, casi todo lo escrito sobre la inserción en la educación de la tecnología médica trata sobre la etapa universitaria o post universitaria.

Para analizar los contenidos de los diferentes cursos en la asignatura de Tecnología, vamos a describir los manuales de texto de diferentes cursos escolares en la asignatura de Tecnología. Pasamos a realizar un análisis del currículum ayudándonos de los manuales de texto analizados:

Tecnología 1º ESO. (2011). Editorial: Oxford Educación.

---

<sup>3</sup> John Taylos Gatto. (1990). Discurso de aceptación para el galardón de Maestro del Año de Nueva York. Disponible en: <http://mercadoconsciente.blogspot.com.es/p/por-que-la-escuela-no-educa.html> Consulta: 30 julio 2012.

<sup>4</sup> Gregory Stock y Eduardo Punset Casals. (2012). Rediseñaremos a los seres humanos. [Vídeo]. Programa de Radio Televisión Española: Redes. Disponible en: <http://www.rtve.es/television/20110922/redisenaremos-seres-humanos/463288.shtml> Consulta: 20 agosto 2012.

Los contenidos de este curso se dividen en siete bloques. El primer bloque trata del proceso tecnológico, describiendo todas sus fases. El segundo se encuentra formado por dos unidades dando contenidos sobre informática, en concreto sobre hardware y software e internet. El tercer bloque temático trata un tema común en todos los cursos “Materiales”. En él se engloba características generales de estos, se trata de manera especial la madera y los materiales metálicos. El siguiente bloque temático explica conceptos de expresión gráfica. El quinto bloque temático consta de una unidad sobre estructuras y otra de mecanismos, en ella se describe bastantes conceptos básicos pero necesarios sobre la rueda, la palanca, la biela... El sexto bloque temático trata sobre la energía y las máquinas térmicas. El último bloque consta de una unidad sobre la electricidad.

La única referencia a la tecnología médica y que se comparte con otros temas tecnológicos son las normas de higiene y seguridad descritas en la primera unidad del manual.

Tecnología 3º ESO. (2011). Editorial: Oxford Educación.

Los contenidos se encuentran en los ocho bloques temáticos del texto. Se vuelve a repetir un bloque dedicado al proceso tecnológico. En segundo bloque también trata sobre la informática tratando los sistemas operativos, diferentes software, el ordenador y las herramientas fundamentales para poder trabajar utilizando los medios informáticos a nuestro alcance. El tercer bloque temático consta de una unidad dedicada a los materiales de uso técnico: plásticos, textiles, pétreos y cerámicos. El siguiente bloque trata sobre expresión gráfica. El quinto bloque se encuentra formado por dos unidades dedicadas a la electricidad y a la energía, describiendo diferentes transformaciones de la energía. El siguiente bloque está dedicado a las tecnologías de la comunicación. El séptimo bloque temático se dedica al control y a la robótica, describiendo funciones de transferencia, esquemas de regulación... El último bloque trata tecnología y sociedad.

La única referencia sobre tecnología médica se realiza en la unidad primera mediante la descripción de la historia del cepillo de dientes.

Tecnología Industrial I (de ahora en adelante TII). (1999). Editorial: Everest.

El contenido de este manual de texto se divide en cinco bloques temáticos y estos a su vez en un total de 27 unidades. El primer bloque temático habla de los diferentes recursos energéticos, en él se analiza el concepto de energía, se estudian las diferentes formas de energía: mecánica, nuclear, química... Se especifica cómo la energía se transforma en diferentes tipos y se nombran las grandes fuentes de energía: eólica, geotérmica, mareomotriz, solar, térmica e hidroeléctrica.

En otra unidad se muestran los diferentes combustibles fósiles y diferentes tipos de explotación con notas y conductas sobre medio ambiente.

Después se muestra qué es la energía nuclear y las reacciones nucleares de interés energético. Para ello también se muestra el reactor nuclear, centrales nucleares y las diferentes explosiones de las bombas de hidrógeno y atómica. Analiza el marco de la energía nuclear en España.

En otro tema analiza la energía de los ríos y embalses. Para ello habla sobre las centrales hidroeléctricas y analiza la situación de esta energía en España.

Se dedica una unidad a las energías alternativas, tema fundamental para el futuro. Las alternativas mostradas son la solar, eólica, geotérmica, biomasa y la energía del mar.

El último capítulo de este bloque trata sobre el consumo y ahorro de energía.

El segundo bloque temático habla sobre el proceso y los productos de la tecnología, habla sobre diversos aspectos de la empresa el producto a producir, cómo realizarlo y las diferentes fases del proceso, cómo venderlo, marketing y aspectos sobre el control de calidad.

La siguiente unidad es sobre la calidad, describe las razones y acciones para optar por productos con calidad y cuando la demanda la exige. Además se expone cuando un proceso o producto con calidad es más económico que sin los controles o métodos que exige un producto con calidad. Este acontecimiento se da a partir de la segunda Guerra Mundial con las producciones de forma masiva. Expone todos los tipos de calidad que se pueden realizar: control sobre productos, de procesos, control por variables, de atributos y control por defectos. Se analizan diferentes tipos de normas impuestas y otras opcionales representantes de un proceso y producto final de calidad.

Propuesta de contenido TII.1. En esta unidad se puede poner como ejemplo de trazabilidad los sistemas de calidad de dispositivos médicos y hablar sobre la normativa referente a instalaciones sanitarias y dispositivos médicos al igual que se realiza sobre otras industrias.

El tercer bloque temático trata sobre los materiales. El objetivo de este bloque es dar a conocer una gama amplia y los usos de los diferentes materiales. Para ello dedican la primera unidad a analizar las diferentes propiedades de los materiales, clasificándolas en: químicas, físicas, mecánicas, estéticas, económicas y de fabricación. Se explica en la unidad que es una aleación. También se mencionan materiales importantes en la industria médica pero no se hace referencia a ella. Se hace referencia a selección de materiales en diferentes sectores industriales pero no a la tecnología médica.

Propuesta de contenido TII.2. Dentro de las propiedades químicas se encuentra el concepto de corrosión donde se puede explicar exponer como medios corrosivos: el cuerpo humano, ambiente salino... A la hora de hablar sobre materiales o aleaciones que soportan los medios corrosivos se puede hablar del titanio de grado médico. Ya que en la unidad se habla de selección de materiales, se puede incluir en el texto una actividad sobre la elección de material que se encuentra relacionada con la industria médica.

Se dedica una unidad a los metales ferrosos. En ella se habla del tipo de estructura interna de los diferentes metales ferrosos, diferentes tipos de tratamiento a estos metales, tipos de metales ferrosos y finalmente habla de los diferentes procesos siderúrgicos. En la unidad no se hace referencia a aplicaciones médicas pero tampoco a ninguna otra.

El siguiente tema habla como es normal de los metales no ferrosos. En concreto del cobre, estaño, plomo, cinc y aluminio. Habla sobre el tipo de metalurgia, aleaciones diferentes y aplicaciones. Sólo se hace una pequeña referencia a la protección por el plomo de los rayos X para el organismo humano. Sobre el titanio también comenta sus propiedades anticorrosión frente al agua del mar.

Propuesta de contenido TII.3. Al hablar del titanio se puede hablar de sus aplicaciones médicas y hacer referencia a las características del cuerpo humano como medio corrosivo. Se pueden plantear diferentes aplicaciones con materiales no ferrosos.



Aparece una unidad dedicada a los materiales cerámicos y vidrios. Donde se describen las propiedades generales y se analiza un abanico de aplicaciones donde se nombra la fabricación de prótesis. Se explora en un amplio abanico de tipos de materiales cerámicos y vidrios.

En otra sección de este bloque aparece la madera, donde se habla de composición química, propiedades de las diferentes maderas, clasificaciones, se habla de las maderas artificiales y del impacto ambiental que surge de todo el proceso o ciclo de vida de la madera.

Hay un tema dedicado a los plásticos, donde realmente se hablan de los polímeros y sus diferentes formas, cómo son creadas, de sus propiedades y su impacto en el medio ambiente. Se hace referencia a aplicaciones de diferentes industrias menos a la médica.

Propuesta de contenido TII.4. En este momento existen diversos estudios sobre resinas y siliconas médicas. Se pueden dividir en compatibles y no compatibles, restringidas y no restringidas. En esta unidad se pueden mostrar diferentes aplicaciones en la industria médica.

El último tema a estudiar por los alumnos en este tema es sobre materiales y fibras textiles. Se habla de su clasificación y propiedades.

El siguiente bloque temático sobre elementos de máquinas y sistemas. En él se da dos unidades donde se describe el entendimiento de las máquinas analizando los sistemas que las forman. Se describen todo tipo de mecanismos como ruedas, palancas, bielas, engranajes... Todo ello sin mencionar nada relacionado con la industria médica.

En este mismo bloque temático se dedican otros dos temas sobre circuitos eléctricos. En ellos se describe los diferentes elementos del circuito, variables a medir, leyes físicas... Todo ello sin mencionar nada sobre el campo de este trabajo.

Propuesta de contenido TII.5. En estos momentos existen diferentes estudios sobre circuitos eléctricos que simulan los circuitos del cuerpo humano. Se podrían utilizar en el temario.

Por último aparece una unidad dedicada a los circuitos hidráulicos y neumáticos.

El último bloque temático trata sobre los procedimientos de fabricación. Donde se dedican diferentes unidades a explicar la conformación por moldeo, la conformación por deformación, la conformación por arranque de material, se describe la unión entre piezas y se dan nociones de salud y seguridad en el trabajo. En todos estos contenidos no se ven claros ejemplo de la industria médica.

Propuesta de contenido TII.6. A nuestro modo de ver quedan definidas una amplia gama de ingenierías, cómo se ha podido apreciar la ingeniería médica no queda reflejada como una opción a desarrollar. En tema de uniones faltan tipos de soldadura o unión en industrias médicas como puede ser soldadura por puntos, unión por resinas compatibles, soldadura laser...

Tecnología Industrial II (de ahora en adelante TIII). (1999). Editorial: Everest.

En el manual de texto se incluyen cinco bloques temáticos. El primer bloque temático trata sobre los materiales. Este bloque completa el tema de la asignatura Tecnología Industrial I. En la primera unidad de este bloque se exponen los diferentes tipos de ensayos que se someten los diferentes materiales.

El siguiente tema trata de la corrosión, explican la diferencia entre oxidación y corrosión entrando en detalle en cada uno de estos dos conceptos y cómo proteger los materiales ante estos efectos. Se analiza cada tipo de corrosión. En este tema se ponen o nombran ejemplo de ciertas industrias pero no mencionan la médica.

Propuesta de contenido TIII.1. Existen muchos ejemplos de corrosión aplicados a la medicina, implantes de prótesis, implantes de dispositivos médicos activos.

Aparece una unidad dedicada a la modificación de las propiedades de los metales, en ella se estudia las diferentes estructuras internas de los metales, defectos de esas estructuras y diferentes soluciones solidas. Se estudia mecanismos de endurecimiento.

En los dos siguientes temas se estudia los diagramas de equilibrio de diferentes materiales metálicos y los tratamientos térmicos de los aceros. Dando especial importancia al diagrama hierro-carbono.

En la última unidad de este bloque se trata la reutilización de materiales. Se explica el reciclaje del papel, la reutilización del vidrio, la clasificación de residuos industriales y el reciclado de polímeros.

El segundo bloque del manual trata sobre los principios de las máquinas. La primera unidad trata sobre el concepto de máquina y sus conceptos fundamentales: trabajo que realiza una máquina, potencia que desarrolla, la energía y su conservación o rendimiento del proceso.

El segundo tema habla sobre los principios de la termodinámica. Además aborda los conceptos de calor, temperatura, ciclo de Carnot y diagramas entrópicos.

Una vez introducidos los fundamentos teóricos de la termodinámica en los siguientes temas aborda los motores térmicos y el circuito frigorífico. Sin hacer referencia en ningún momento a instalaciones relacionadas con la tecnología médica.

En la siguiente unidad se explican los principios generales de las máquinas eléctricas para en el siguiente tema abordar los motores eléctricos.

El tercer bloque temático habla sobre los sistemas automáticos. El primer tema hace una introducción a los sistemas automáticos de control, describiendo los tipos de sistemas de control, además introduce una herramienta matemática: la transformada de Laplace. Se describen diferentes aplicaciones pero ninguna relacionada con la industria médica.

En la siguiente unidad habla sobre la unidad de transferencia. Explica la función de transferencia aplicados a algunos sistemas físicos.

Para finalizar este bloque temático se explica los elementos de un sistema de control. Al final del bloque se describe en un apartado de revista de manera informativa las diferentes aplicaciones y si aparece un robot que ayuda a los minusválidos.

El cuarto bloque temático analiza los circuitos neumáticos y oleo hidráulicos, estos conocimientos se utilizan en automatismos en la industria. Consta de tres unidades dedicada a explicar propiedades de los fluidos, fundamentos de un compresor, tratamiento de aire comprimido, principios físicos de estos circuitos y elementos que tienen estos circuitos. Se habla o se nombra diferentes industrias pero no se menciona ningún ejemplo sobre la industria médica.

Propuesta de contenido TIII.2. Existen infinidad de automatismos para industrias médicas. En todas las fábricas existen controles de partículas, humedad y temperatura, para ello hay que utiliza diferentes filtros.

El último bloque temático habla sobre el control y programación de sistemas automáticos. La primera unidad de este bloque es dedicada a los circuitos digitales, analizando los diferentes códigos, el álgebra de Boole, representaciones de funciones lógicas...

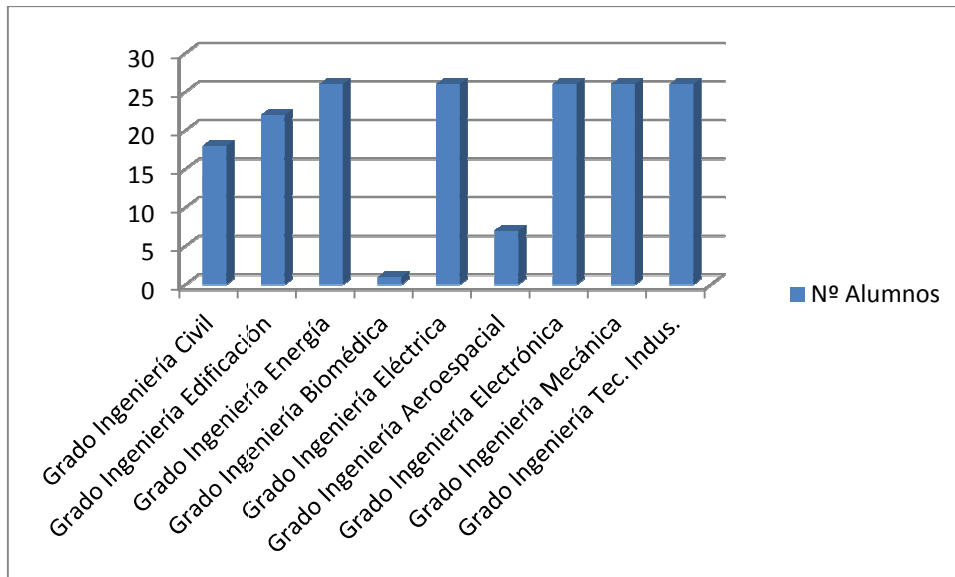
El segundo tema describe los circuitos combinacionales y secuenciales. Además se abordan diferentes aplicaciones.

La última unidad del manual del texto y este bloque temático habla sobre los circuitos de control programados. En este tema aparecen términos como microprocesador, micro controlador, autómatas y finalmente conceptos sobre robótica. En ningún momento de este bloque se realiza un acercamiento con la industria médica.

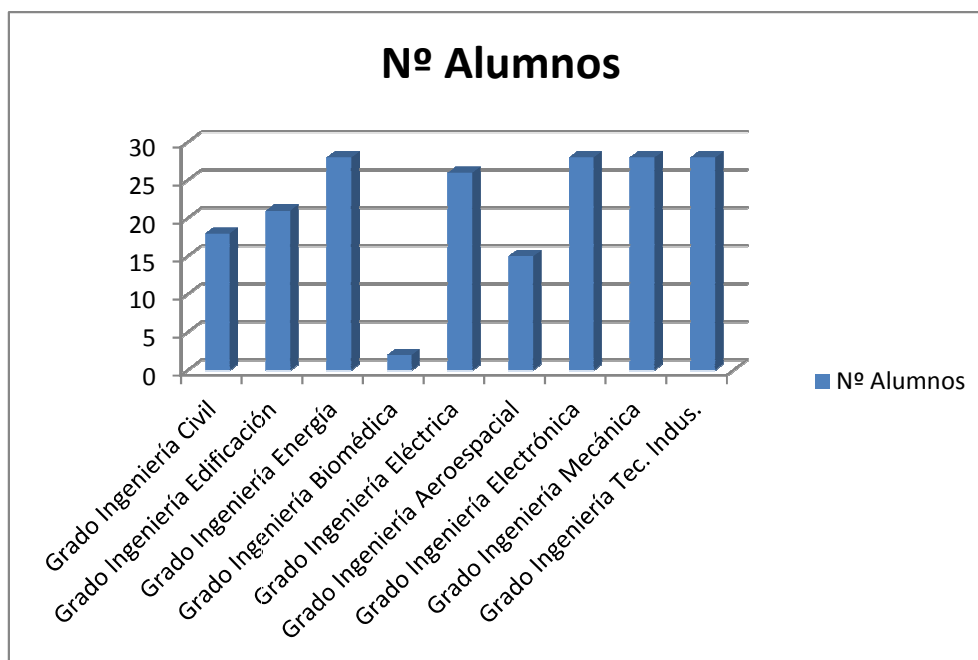
Después de este repaso de los contenidos de las diferentes asignaturas comentas bajo nuestro criterio, opinamos que no queda identificada la tecnología médica en el temario actual de Bachillerato y de Educación Secundaria Obligatoria.

### **Trabajo de campo**

Queremos recoger la opinión de los alumnos. Para ello se realizo la siguiente pregunta a los alumnos de 1º Bachillerato con el curso terminado. ¿Qué ingenierías has identificado durante el curso? Las opciones eran varios grados universitarios relacionados con las ingenierías. Para mostrar los resultados adjuntamos un gráfico con los diferentes grados y el número de alumnos que identificaban los contenidos del curso relacionados con esos grados.



El mismo cuestionario fue realizado en un aula de 2º de Bachillerato.



Queda reflejado en la opinión de casi todos los alumnos encuestados que no identifican en el temario de tecnología la parte de la tecnología médica. La gran sorpresa fue que tampoco identificaban contenidos o aplicaciones relacionada con la industria aeroespacial. Cierto es que también depende del enfoque o método de dar la materia del docente de las diferentes asignaturas relacionadas con tecnología.

La sociedad tiene que estar implicada en la educación y hacer que los alumnos conozcan esas realidades tan cercanas y algunas veces invisibles.

A continuación exponemos los resultados de unas entrevistas en formato abierto realizadas a unos docentes de Educación Secundaria en la que se pide sus opiniones sobre si los contenidos actuales representan los contenidos de la tecnología médica, las entrevistas completas se pueden ver en los anexos.

La mayoría de los docentes de tecnología reconocen la tecnología médica en la sociedad como cualquier persona, es decir, conocen diferentes máquinas médicas, dispositivos... Un alto porcentaje de profesores no conoce la implantación del nuevo grado universitario en ingeniería biomédica, lo que dificulta la orientación o introducción a los alumnos de esa posibilidad. En el aula escolar existe una realidad sanitaria pero no debidamente enfocada para una carrera profesional. Los docentes entrevistados ven una necesidad inmediata dar mayor autonomía a los centros para poder adaptar los contenidos y creen que necesitan ser ayudados y desarrollar un trabajo cooperativo para poder abordar la formación continua adaptándose a los avances de la sociedad.

## **6.2. Resultados y análisis.**

En nuestra sociedad aparece una nueva realidad llamada ingeniería médica donde en estos momentos se están implantando los grados universitarios en España sobre esta materia. La idea planteada en esta investigación no es realizar estudios complejos sobre la ingeniería médica tales como el desarrollo de circuitos eléctricos del cuerpo humano, creación de prótesis... Nuestro objetivo es demostrar la hipótesis planteada y una posible introducción en el aula de esta nueva realidad.

Uno de los resultados obtenidos de las diferentes experiencias realizadas es la impresionante facilidad para poder descubrir este campo en el aula. Es imposible realizar un resumen de todos los campos que engloba la tecnología médica pero a lo largo de la investigación hemos podido ver posibles temas a tratar:

- Instalaciones sanitarias: quirófanos, salas blancas, hospitales, instalaciones de climatización...
- Materiales biocompatibles.
- Circuitos eléctricos y biomecánica del cuerpo humano.
- Calidad y seguridad sanitaria.
- Telecomunicaciones sanitarias.
- Dispositivos médicos-sanitarios.

Analizando estos temas son muy diferentes comparándolos con los masters y grados universitarios creados recientemente en España en ingeniería médica. La razón principal es que nuestra misión es acercar de forma introductoria una realidad de la sociedad.

Otro de los resultados es la poca orientación que se da a las carreras profesionales técnico-sanitarias, ya sea para continuar con una formación profesional o seguir con estudios universitarios.

Hemos obtenido una serie de problemas a abordar en las aulas entre ellas la FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE NUEVAS MATERIAS O CONTENIDOS.

Analizando todo lo expuesto del trabajo queda decidir si se deben incluir nuevos contenidos o nuevos enfoques de la materia para abordar la tecnología médica en el aula. Está claro que con los contenidos actuales y dando un nuevo enfoque se puede abordar muchas cuestiones referentes con el tema tratado.

## 7. Propuesta práctica.

En este apartado queremos mostrar y explicar las ventajas de incluir nuevos contenidos o nuevos ejemplos de aplicaciones de los contenidos actuales sobre tecnología sanitaria. Además se incluye un posible recurso didáctico a modo de ejemplo.

Los comentarios o propuestas de contenidos descritas anteriormente han sido realizados sin incluir un nuevo temario o nuevos contenidos teóricos. No queremos decir que no se deba incluir o modificar los bloques de contenidos actuales. Nuestro objeto es analizar algunas de las muchas ventajas que tendrían los alumnos si se le diese un nuevo enfoque a la asignatura para representar o introducir la tecnología médica en la asignatura, esta son algunas de esas ventajas:

- Podrían incentivar la autonomía y creatividad, ya que serían nuevas actividades relacionadas con un sector que se desarrolla exponencialmente. También crearía cada alumno su forma de trabajo e investigación.
- Crearíamos una sociedad más segura ya que el conocimiento sobre sanidad es una forma de prevenir problemas futuros.
- Dispondrían de un lenguaje médico superior al que obtienen hoy en día los alumnos formados con los contenidos actuales. Un lenguaje cada vez más común en la sociedad.
- Favorecería la inserción en la sociedad ya que entenderían el sector sanitario y sería más valorado por las nuevas generaciones.
- Tendrían una opinión propia sobre muchos asuntos que hoy en día desconocen.
- Es una materia que muestra la necesidad de la formación continua.
- Existen verdaderos ejemplos para sociedad e ingeniería para estudiar.
- Refuerza los objetivos y competencias básicas del **REAL DECRETO 1631/2006. Educación Secundaria Obligatoria. Tecnologías.**
- Los contenidos transversales se encuentra muy relacionado con Ciencias de la Naturaleza. Estos contenidos intentan corregir, adaptar y prevenir fenómenos de la naturaleza.
- Los alumnos podrían considerar desarrollar una carrera universitaria y profesional en este sector en auge.



- Tener una mayor preparación a la llegada de la universidad si deciden realizar el grado en Ingeniería Biomédica que se encuentra implantándose en estos momentos.

Como propuesta práctica se plantea un recurso didáctico.

**Título del recurso: Encapsulado de un circuito electrónico, para una posterior implantación en el cuerpo humano.**

Para conseguir una motivación adecuada en el aula con este recurso didáctico, se puede realizar una sesión previa explicando cómo se hizo el primer marcapasos, y comentar en qué consisten los materiales biocompatibles. Se planteará un debate sobre cuál será la mejor forma para conseguir encapsular un circuito electrónico ya sea un marcapasos o un neuroestimulador.

La evaluación del alumno se puede realizar desde que se plantea el debate hasta la presentación final del producto terminado, será sumativa y continua.

El proyecto final con el producto finalizado será evaluado mediante la repetición del debate inicial donde los alumnos pueden poner como conjunto un porcentaje de la nota a los demás trabajos y deben defender cada uno su trabajo ante el resto.

Con este recurso didáctico queremos mostrar qué es un material biocompatible, qué son medios corrosivos, materiales resistentes a la corrosión, diferentes propiedades de los materiales, estudio de las propiedades del cuerpo humano...

Todos los conceptos que se presentan en este recurso didáctico pueden ser interiorizados de forma automática en el sistema cognitivo del alumno porque se estudia con base práctica. Las dudas que pueden surgir sobre conceptos son motivo de investigación, como se realiza por profesionales de dicho campo.

Es un recurso con muchísimas soluciones diferentes y cada vez que se plantee el alumno puede desarrollar nuevas ideas diferentes de otros años.

Este recurso puede ser realizado por diferentes niveles de enseñanza.

Definición de la actividad:

“Encapsulado para un circuito electrónico, este encapsulado debe aislar el circuito electrónico de diferentes medios corrosivos, la prueba para testear el producto se

simulará el cuerpo humano introduciendo el producto en el agua del mar. Este encapsulado debe tener dos salidas eléctricas para poder conectar un cable o sonda. El tamaño del encapsulado debe ser menor que un móvil y la forma debe ser aerodinámica.

Dentro del encapsulado se introducirá un circuito electrónico o un trozo de papel para analizar si después de 24 horas en agua del mar el papel o el circuito no se encuentra dañado, con un microscopio será suficiente para detectar corrosión en los materiales o si el papel está dañado”.

Existen diferentes ideas para solucionar el problema planteado.

a) Encapsulado en una carcasa de titanio.

Equipo necesario:

- Accesorios de mecanizado.
- Laser YAG.
- Microscopio binocular.
- Ordenador de control del centro mecanizado.
- Pistola de aire comprimido.
- Útil de soldadura.
- Electropulidora.
- Arenadora.
- Valvas de titanio.
- Alambres de acero inoxidable. (En realidad tendrían que ser de platino o de un acero especial).
- Papel.
- Alcohol y agua destilada para limpieza de las piezas.

El laser funciona por spot (puntos de energía que da el laser), es decir, puntos de soldadura. Los alumnos tienen que calcular con el ordenador y las variables del laser el recorrido del laser a lo largo de las valvas de titanio.

En el aula se necesita una máquina laser y un centro mecanizado con el laser integrado para poder trabajar de forma eficiente.

El laser se controlará con un movimiento del eje Z y las valvas serán soldadas realizando un movimiento de giro.

Previo a este paso se darán dos puntos de soldadura a los dos cables a la carcasa o valva de titanio.

Para controlar un buen proceso de la soldadura hay que controlar los dos movimientos descritos y los parámetros del laser para controlar el tamaño idóneo del spot y la superposición correcta. Los parámetros del laser son:

- Frecuencia con la que emite el spot.
- Duración del pulso para controlar durante cuánto tiempo emite el spot.
- Voltaje para dar la energía adecuada.

Una vez conseguido este proceso se debe pulir la carcasa con un micromotor o cepillo.



Encapsulado de titanio

#### b) Encapsulado mediante epoxi médica.

Equipo necesario:

- Accesorios de mecanizado.
- Epoxi.
- Microscopio binocular.
- Contenedores.
- Pistola de aire comprimido.

- Espátulas.
- Electropulidora.
- Arenadora.
- Guantes.
- Alambres de acero inoxidable. (En realidad tendrían que ser de platino o de un acero especial).
- Papel.
- Alcohol y agua destilada para limpieza de las piezas.
- Balanza electrónica para pesado.
- Cámara de vacío.

Existen muchísimos tipos de epoxis, la primera parte del trabajo será elegir la correcta o directamente dar una como opción. Las propiedades más importantes a ver son la dureza, el tiempo y condiciones de curado, será interesante realizar el encapsulado mediante una epoxi transparente... Todo esto son posibles ideas que los alumnos pueden elegir.

El proceso sería la colocación de un circuito en un contenedor con los dos cables disponibles.

Los epoxis médicos disponen de una parte A y otra B. Cuando ellas se mezclan con un porcentaje exacto comienza el tiempo de curado. Dependiendo del proceso vamos a tener unas condiciones u otras. Lo que se describe a continuación son una serie de pasos generales:

- Utilizando la balanza poner la cantidad exacta de la parte A en un contenedor y la cantidad exacta de la parte B en otro contenedor.
- Una vez que aseguramos las medidas exactas mezclamos los dos compuestos en uno y empezamos a mezclarlo con una pala o espátula.
- Los epoxis normalmente disponen de muchas burbujas de aire que hay que extraerlas para que las propiedades del material médico sean las anunciadas por el suministrador de epoxis. Necesitamos una cámara de vacío para extraer el aire de nuestro recipiente con las dos partes A y B.
- Con esto ya disponemos del epoxi viscosa y pleno tiempo de curación. El siguiente paso es verter la epoxi en el contenedor del circuito hasta conseguir que el circuito se encuentre totalmente dentro del epoxi viscoso.

- Para conseguir que solidifique más rápido la epoxi con el circuito dentro lo introducimos en el horno de maduración. Importante no poner el horno a una temperatura que pueda dañar los circuitos eléctricos.
- Una vez conseguido la epoxi solidificada con el circuito dentro hay que pulir la pieza con los micromotores hasta conseguir nuestra pieza.



Encapsulado de epoxi

### c) Encapsulado mediante silicona médica.

#### Equipo necesario:

- Accesorios de mecanizado.
- Silicona.
- Microscopio binocular.
- Contenedores.
- Pistola de aire comprimido.
- Espátulas.
- Electropulidora.
- Arenadora.
- Guantes.
- Alambres de acero inoxidable. (En realidad tendrían que ser de platino o de un acero especial).
- Papel.
- Alcohol y agua destilada para limpieza de las piezas.
- Balanza electrónica para pesado.
- Cámara de vacío.

Existen muchísimos tipos de siliconas, la primera parte del trabajo será elegir la correcta o directamente dar una como opción. Las propiedades más importantes a ver son la dureza el tiempo y condiciones de curado, será interesante realizar el encapsulado mediante una silicona transparente... Todo esto son posibles ideas que los alumnos pueden elegir.

El proceso sería la colocación de un circuito en un contenedor con los dos cables disponibles.

Los epoxis médicos disponen de una parte A y otra B. Cuando ellas se mezclan con un porcentaje exacto comienza el tiempo de curado. Dependiendo del proceso vamos a tener unas condiciones u otras. Lo que se describe a continuación son una serie de pasos generales:

- Utilizando la balanza poner la cantidad exacta de la parte A en un contenedor y la cantidad exacta de la parte B en otro contenedor.
- Una vez que aseguramos las medidas exactas mezclamos los dos compuestos en uno y empezamos a mezclarlo con una pala o espátula.
- Las siliconas normalmente disponen de muchas burbujas de aire que hay que extraer para que las propiedades del material médico sean las anunciadas por el suministrador de epoxis. Necesitamos una cámara de vacío para extraer el aire de nuestro recipiente con las dos partes A y B.
- Con esto ya disponemos de la silicona viscosa y pleno tiempo de curación. El siguiente paso es verter la silicona en el contenedor del circuito hasta conseguir que el circuito se encuentre totalmente dentro del epoxi viscoso.
- Para conseguir que solidifique más rápido la silicona con el circuito dentro lo introducimos en el horno de maduración. Importante no poner el horno a una temperatura que pueda dañar los circuitos eléctricos.
- Una vez conseguido la silicona solidificada con el circuito dentro hay que pulir la pieza con los micromotores hasta conseguir nuestra pieza.

## 8. Conclusiones.

Analizando la pregunta respondida por los estudiantes<sup>5</sup> se ha podido ver que existen varios grados universitarios relacionados con la tecnología de la sociedad actual que los alumnos no pueden identificar en las diferentes asignaturas en su proceso de educación escolar hasta la universidad, entre ellos la tecnología médica, propósito de nuestro trabajo de investigación y la tecnología aeronáutica un sector donde España se encuentra con una fuerte industria.

El estudio de los manuales de texto demuestra que no representan ciertos sectores de la tecnología de nuestra sociedad. Además sólo con los contenidos actuales se pueden abordar diferentes temas de la tecnología médica.

Al tratar la hipótesis planteada desde el punto de vista de los docentes que imparten estas asignaturas casi todos conocen con bastante exactitud la tecnología que rodea a nuestra sociedad sanitaria. Además reconocen la importancia de este sector pero no han intentado incluir estos contenidos en sus aulas a parte de los mostrados en los manuales de texto. La pregunta que cabe hacerse es: ¿Cómo estar actualizado permanentemente en todos los sectores relacionados con la tecnología? A esta pregunta se podría relacionar con los diferentes manuales estudiados de todos pertenecientes a la editorial Oxford Educación todos ellos reeditados en el año 2011. Estos manuales son realizados por personas relacionadas con el departamento de tecnología de la Universidad de Oxford. En mi opinión esa puede ser una gran herramienta para actualizar contenidos de las diferentes tipos de tecnologías.

Una alternativa es dar una mayor autonomía a los centros educativos, editoriales de texto, se ha argumentado en el trabajo y se ha hecho referencia a diferentes autores donde defienden en cambio de un sistema educativo caduco. En la tecnología médica cada año se dan nuevas teorías, nuevos dispositivos médicos... Se debería tener un contacto mucho mayor con realidades que nos rodean a diario, por ejemplo tener una relación mucho más directa con las empresas “ejemplo” de la ingeniería médica. Con esta reflexión no se quiere demostrar una metodología única sino una nueva alternativa o punto de vista diferente.

Se ha planteado una introducción en el aula de tecnología mediante unos conceptos teóricos de base. Se ha mostrado un recurso didáctico donde se puede analizar cómo trabajar estos contenidos en el aula. Lo que ha quedado reflejado no

---

<sup>5</sup> Consultar páginas: 19, 20 y 21

es la actividad describa con unos contenidos importantes, lo realmente importante es que muestra directamente un sector tecnológico importante y que hace que los alumnos sean curiosos, creativos, autónomos, saber trabajar en equipo... y conocen otros tipos de problemas que la tecnología resuelve.

La actividad a realizar en el aula demuestra que con actividades sencillas se pueden abordar diferentes conceptos y contenidos. Las mismas actividades pueden ser desarrolladas con diferentes niveles de complejidad.

En esta investigación se quiere plantear la necesidad de actualizar las instalaciones del aula de tecnología con nuevas máquinas, utensilios y materiales para poder desarrollar la enseñanza de la tecnología médica.

La necesidad de dar fundamentos teóricos para poder abordar diferentes campos de la ingeniería médica.

Se demuestra la necesidad de plantear un nuevo tipo de educación. Es un campo donde es imposible tener el conocimiento absoluto para enseñar todos los conocimientos al alumno y se basa en mostrar diferentes caminos de aprendizaje y dar conocimientos básicos del campo.



## **9. Líneas de investigación futuras.**

Sobre este campo de la enseñanza y para terminar este trabajo se presenta un resumen de las ideas a tener en cuenta en el campo investigado después de describir en el apartado anterior las principales contribuciones aportadas por nuestro trabajo, las perspectivas futuras y diversas posibilidades de realización de nuevos estudios en el mismo.

- Metodologías en el campo.
- Compatibilidades con otras asignaturas.
- Establecer temarios concretos según el nivel de enseñanza.
- Estudios de seguridad y salud en el aula de tecnología médica.
- Desarrollo de recursos didácticos.
- Desarrollo de competencias básicas en el aula de tecnología médica.
- Estudio de implementación de este campo en el diseño curricular de otras asignaturas.
- Atención a la diversidad y necesidades especiales en el aula de tecnología médica.
- Método de la innovación e investigación para el docente de tecnología médica.

## 10. Bibliografía.

Stefan Blum. (2012). Ingeniería médica: El diamante en bruto de la inversión en el sector salud. Disponible en: <http://www.fundspeople.com/noticias/ingenieria-medica-el-diamante-en-bruto-de-la-inversion-en-el-sector-salud-31270> Consulta: 27 agosto 2012.

Ken Robinson. (2010). Changing Paradigms. [Vídeo]. Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=zDZFcDGpL4U> Consulta: 19 julio 2012.

John Taylos Gatto. (1990). Discurso de aceptación para el galardón de Maestro del Año de Nueva York. Disponible en: <http://mercadoconsciente.blogspot.com.es/p/por-que-la-escuela-no-educa.html> Consulta: 30 julio 2012.

Gregory Stock y Eduardo Punset Casals. (2012). Rediseñaremos a los seres humanos. [Vídeo]. Programa de Radio Televisión Española: Redes. Disponible en: <http://www.rtve.es/television/20110922/redisenaremos-seres-humanos/463288.shtml> Consulta: 20 agosto 2012.

Jesús Moreno Márquez, M<sup>a</sup> Victoria Salazar Nicolás, Araceli Isabel Sánchez Sánchez, Francisco Javier Sepúlveda Irala y Julio Olmo Escribano. (2011). Tecnología 1º ESO. Madrid: Oxford Educación.

Jesús Moreno Márquez, M<sup>a</sup> Victoria Salazar Nicolás, Araceli Isabel Sánchez Sánchez, Francisco Javier Sepúlveda Irala y Julio Olmo Escribano. (2011). Tecnología 3º ESO. Madrid: Oxford Educación.

José Antonio Fidalgo Sánchez, Manuel R Fernández Pérez, Noemí Fernández Fernández y Emilio Ricardo Gutiérrez Álvarez. (1999). Tecnología Industrial 1. Madrid: Everest.

José Antonio Fidalgo Sánchez, Manuel R Fernández Pérez, Noemí Fernández Fernández y Emilio Ricardo Gutiérrez Álvarez. (1999). Tecnología Industrial 2. Madrid: Everest.

A. Viladot Voegeliy, colaboradores. (2001), Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Barcelona: Springer.

Andrés Díaz Lantada. (2009). Tesis Doctoral, Metodología para el desarrollo de dispositivos médicos basados en el empleo de polímeros activos como sensores y actuadores. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Campos, V. (2004), Taller: Control y mantenimiento de la bioseguridad ambiental en el bloque quirúrgico del hospital. Casos prácticos. Curso de calidad ambiental en hospitales: quirófanos y áreas críticas, 3ª edición. Barcelona: SEGLA.

Beaudot, A. (1980), La creatividad (pp. 103-138). Madrid: Narcea.

Buron, J. (1993), Enseñar a aprender. Introducción a la metacognición (pp. 25-126). Bilbao: Mensajero.

Ontoria, A. y otros. (1999), Potenciar la capacidad de aprender y pensar (pp. 22-88). Madrid: Narcea.

Campanario, Juan Miguel. (2004). Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. Disponible en:

<http://hzero.webs.com/Filosofia%20Biologica/ideas%20inadecuadas%20sobre%20ciencia.pdf>. Consulta: 5 septiembre 2012

## **11. ANEXOS.**

### **Entrevistas.**

**Pregunta** (en adelante Pr) ¿Cuál es su nombre y cuánto tiempo lleva como profesor de Tecnología?

**Respuesta** (en adelante Rp) Soy Alberto, llevo un año como profesor de 1º y 3º de la ESO. De momento, estoy en condición de Interino.

**Pr** ¿Puede identificar la tecnología médica en la vida cotidiana y mencionar algunas aplicaciones?

**Rp** Si tecnología médica podemos acotarla como toda tecnología que tenga que ver con la sanidad, es fácil de identificar con sillas de ruedas, prótesis, quirófanos y demás aplicaciones que podemos ver, por ejemplo, en un hospital.

**Pr** Desde hace dos años se ha implantando en las universidades el Grado en Ingeniería Médica, ¿Existe una orientación en la educación hasta llegar a la universidad para realizar este grado?

**Rp** No sabía de la existencia de ese grado, tampoco conozco sus contenidos. Por otra parte, no creo que los contenidos actuales tengan que ver con el campo sanitario en especial. Por lo tanto, no existe una orientación directa de la educación escolar hacia ese grado. Yo siempre intento comentar diferentes salidas o profesiones relacionadas con la asignatura de Tecnología y nunca, o casi nunca, he comentado nada relacionado en este sector.

**Pr** ¿Ha identificado en el temario de tecnología alguna nota sobre tecnología médica?

**Rp** Creo recordar algún ejemplo de un cepillo de dientes... pero nada que representase ese sector como otros sectores tecnológicos.

**Pr** ¿Cree necesario un rediseño de los contenidos de tecnología?

**Rp** No estoy seguro. Además desconozco qué se quiere hacer con nuestros alumnos en este momento, hacia dónde va el sector industrial en este momento, porque lo que está claro es que debe cambiar. Por lo menos, hay que estudiar si es necesario cambiar los contenidos.

**Pr** ¿Tiene algún comentario sobre la asignatura relacionado con las cuestiones anteriores?

**Rp** Si se quieren abordar nuevos temas... el profesor debe estar formándose constantemente y para ello necesita ser autónomo, pero también necesita ayuda u orientación para su formación. Una solución podría ser formación cooperativa entre grupos de profesores con trabajos de investigación, trabajos divulgativos...

## **2ª Entrevista.**

**Pregunta** (en adelante Pr) ¿Cuál es su nombre y cuánto tiempo lleva como profesor de Tecnología?

**Respuesta** (en adelante Rp) Mi nombre es Mariano y, como sabes, llevo más de 20 años siendo profesor de las diferentes asignaturas relacionadas con Tecnología en diferentes institutos y colegios.

**Pr** ¿Puede identificar la tecnología médica en la vida cotidiana y mencionar algunas aplicaciones?

**Rp** Por desgracia, ya he estado en hospitales e identifico muchos productos relacionados con esta tecnología en diferentes ambientes. Ejemplos de ello puede ser: un marcapasos, unas muletas, unas gafas graduadas, zapatos adaptados a ciertos problemas, pulsómetros, quirófanos...

**Pr** Desde hace dos años se ha implantando en las universidades el Grado en Ingeniería Médica, ¿Existe una orientación en la educación hasta llegar a la universidad para realizar este grado?

**Rp** Perdona, pero no tenía conocimiento de este grado y no conozco los contenidos necesarios. No sé si los contenidos actuales son válidos. De todas formas los contenidos se encuentran impuestos por diferentes estamentos, lo único que

nosotros podemos hacer es mencionar aspectos relacionados con la tecnología médica.

**Pr** ¿Ha identificado en el temario de tecnología alguna nota sobre tecnología médica?

**Rp** En la unidad de proceso productivo muchas veces se utiliza un cepillo de dientes en diferentes libros de texto.

**Pr** ¿Cree necesario un rediseño de los contenidos de tecnología?

**Rp** Creo en un rediseño continuo de la materia y sus contenidos. Siempre es necesario.

**Pr** ¿Tiene algún comentario sobre la asignatura relacionado con las cuestiones anteriores?

**Rp** El primer problema de las aulas es que los alumnos quieran aprender. Si esta nueva materia va a incentivar a los alumnos, incluirla siempre sería algo positivo. También he de decir que los contenidos de la asignatura son muy atractivos actualmente, en mi opinión.