

Proyectos
UTN

Prototipos electrónicos innovadores para la solución de problemas de salud social



María Teresa Jiménez Ramírez

Licenciada en Ingeniería Electrónica
Académica Sede del Pacífico
Universidad Técnica Nacional
Costa Rica
majimenez@utn.ac.cr

1. Resumen

El presente artículo presenta la creación de prototipos innovadores, desarrollados por estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, Sede del Pacífico, en el III Cuatrimestre 2019, al poner en práctica los conocimientos aprendidos en el curso de Electrónica II y de Electrónica Digital II, de la carrera de Ingeniería en Electrónica en el nivel de diplomado. Los estudiantes elaboraron prototipos tecnológicos, amigables, sostenibles y económicos, en pro de la rehabilitación e independencia de las personas con un problema físico, discapacidad o enfermedad, que les permitan mejorar su calidad de vida.

De esta manera, el proyecto se enmarca dentro del área de salud social, ya que con la elaboración de los prototipos, se visualiza cómo se implementa y se incorpora la electrónica en las necesidades del ser humano. Además, se puede mitigar o

devolverles cierto grado de autonomía a los pacientes con afecciones puntuales. Asimismo, es relevante para los estudiantes participar en este tipo de actividad, ya que aprenderán a desarrollar proyectos que beneficien a la humanidad. Al mismo tiempo, incorporarán la tecnología en los procesos de aprendizaje.

2. Palabras clave: Innovadores, electrónica, padecimientos, prototipos, salud.

3. Abstract

This article presents the creation of innovative prototypes, developed by students of Universidad Técnica Nacional Puntarenas campus, in the quarter III 2019, by putting into practice the knowledge learned in the course of Electronics II and Digital Electronics II, from the Electronics Engineers degree course. The apprentices made technological prototypes, friendly, sustainable and economic, in favor of the rehabilitation and independence of people with a physical problem, disability or illness, which allows them to improve their quality of life.

In this way, the project is framed within social health since with the development of the prototypes, it is visualized how electronics is implemented and incorporated into the needs of the human being, since a certain degree of autonomy to patients with specific conditions. It is also relevant for students to participate in this type of activity since they will learn to develop projects that benefit humanity. At the same time, they will incorporate technology into learning processes.

4. Keywords: Autonomy, Health, Innovative, Prototypes.

5. Descripción

5.1 Origen

Basados en el Modelo Educativo de la Universidad Técnica Nacional, en cuanto a sus fundamentos, principios orientadores, ejes transversales y sus componentes, surge

la motivación de realizar una exposición abierta a los profesionales en el área de la salud, de prototipos electrónicos innovadores, para la solución de problemas de salud social.

Para ello, se les planteó a los estudiantes de los cursos de Electrónica II y Electrónica Digitales II, en el III cuatrimestre del 2019, el reto de elaborar un prototipo innovador que pudiera mejorar la calidad de vida, ayudar, amortiguar, rehabilitar y/o darle independencia a las personas con algún padecimiento en la salud, para que con un enfoque de ecoformación, los estudiantes aprendan haciendo y transformen su medio, lo cual implicaba que al final del cuatrimestre, presentaban sus creaciones mediante una exposición a los especialistas de la salud.

De esta manera, se inculca en los estudiantes a dar esa milla extra para superarse a sí mismos y dar siempre lo mejor de sí. Asimismo, se fundamentan las bases de los proyectos finales de los cursos citados anteriormente, a nivel de Diplomado, de la carrera de Ingeniería en Electrónica en la sede del Pacífico.

Con características de un aprendizaje humanístico -científico, se buscó generar conciencia y empatía, por parte de los estudiantes hacia el mundo que los rodea, para poder solventar problemas que aquejan a las personas, que padecen un problema de salud. Al mismo tiempo, la Universidad, con la puesta en práctica del proyecto, consolida su presencia a nivel de la provincia y el país.

5. 2. Contextualización

Partiendo de la necesidad de actualización, a la que se ve expuesta la carrera de Ingeniería en Electrónica, como cualquier otra carrera de índole tecnológica, es que se realizó, en la provincia de Puntarenas, una feria de la salud, que permitió vincular a los estudiantes con los sectores productivos y

empleadores. Dicha actividad puede considerarse pertinente e indispensable, para una formación acertada, para lo que realmente el mercado laboral exige de nuestros estudiantes y futuros profesionales.

Por lo que, con el sentido ético de brindar mejoras en la salud de las personas, se promovieron procesos de aprendizaje de fondo investigativo y de acción social, en los que los estudiantes del curso, al conocer más sobre diferentes problemáticas que padecen algunas personas, creció la preocupación, así como, el deseo de ofrecer una pequeña propuesta de solución, pero con gran potencial a dichas dificultades, a través de la electrónica.

Es así como al inicio del curso, al plantearles la posibilidad de implementar la electrónica para la creación de sus proyectos finales en el área de la salud, en los cursos de Electrónica II y Electrónica Digital II, orientados a solucionar una realidad de diversas personas, se enfrentaron al reto de emprender e innovar, donde pondrían a prueba su espíritu de creatividad.

Este proyecto es requisito para la aprobación del curso, a nivel de diplomado, de la carrera de Ingeniería en Electrónica. En él se les solicitaba la elaboración de un prototipo innovador, el cual debía de ser presentado en una pequeña exposición a los profesionales en el área de salud de la clínica San Rafael de Puntarenas, llevada a cabo en el aula 116 de la sede del Pacífico, de la UTN.

Dentro del público espectador en la exposición de prototipos, se contó con la presencia tanto de estudiantes de los cursos, así como, del director de la carrera de Ingeniería en Electrónica el ingeniero Mario Alberto Durán, el señor decano de la sede el doctor Fernando Villalobos, el licenciado Ricardo Segura, encargado de Extensión Social, los directores de las especialidades de Cardiología, Farmacia, Terapia física, Enfermería y otras, de la clínica San Rafael,

además, de la participación de la Directora del Área de Salud de Puntarenas, doctora Hannah Diermissen Rodríguez.

En la actividad, con la presentación de los prototipos, se puso en evidencia la capacidad y creatividad de nuestros estudiantes, dando por satisfecho a los presentes, por la intensión de los jóvenes en aportar a la sociedad, de manera emprendedora, a la solución de varios problemas que aquejan a las personas.

5. 3. Responsables

La exposición de los proyectos, su planeamiento y logística, estuvo a cargo de la docente María Teresa Jiménez, quien fue la encargada de la mediación pedagógica de ambos cursos descritos anteriormente.

Dentro de sus funciones, estuvo a cargo la coordinación, la estructuración y la orientación, en cuanto a los lineamientos por seguir para los estudiantes. Además, de coordinar y vincular con la directora del Área de Salud de la clínica San Rafael de Puntarenas, la doctora Hannah Diermissen Rodríguez, para poder contar con la participación de los directores especialistas de cada ámbito, como invitados especiales a la exposición de los estudiantes.

Conjuntamente, entre la docente y la doctora Hannah, se tuvo la responsabilidad de velar por el cumplimiento de los objetivos, la satisfacción del abordaje de los problemas a solventar y por el requisito indispensable, de ser un proyecto innovador en el área de la salud. Por lo que, los prototipos estuvieron sometidos a cumplir con un estándar de calidad, lo que marcaría la clase de la actividad de vinculación y extensión social con la sociedad.

Asimismo, es relevante mencionar el compromiso de los estudiantes matriculados en los cursos, en el cuatrimestre en estudio, ya que mediante diversos procesos de aprendizaje, como lo fueron las experiencias, investigaciones, resolución de problemas,

diseño de proyectos, informes y simulaciones, formaron parte activa de su aprendizaje holístico, yendo más allá de lo técnico con destrezas, sensibilidades, actitudes y ética, como complemento a su educación y, de esta manera, fueron los responsables de llevar a cabo dicha exposición.

6. Justificación

En los cursos de Electrónica II y Electrónica Digital II, se planteó a los estudiantes un proyecto final de aprendizaje, que incluyó la elaboración de prototipos electrónicos innovadores para la solución de problemas de salud que aqueja algunas personas de la zona, como propuestas innovadoras en beneficio de la comunidad puntarenense, poniendo a disposición los conocimientos de los estudiantes obtenidos en los cursos.

En este sentido, la escogencia de los padecimientos que se pretendían abordar, con la creación del prototipo para mejorar la calidad de vida en los pacientes, fue iniciativa de los estudiantes, la cual consistió en plantear una solución a un problema real de salud social. Por lo que, mediante visitas a hospitales, clínicas, hogares de ancianos, familiares, amigos y/o conocidos, lograron identificar las necesidades de dichas personas que podrían amortiguar mediante los dispositivos electrónicos por desarrollar.

Al mismo tiempo, la elaboración del prototipo electrónico innovador, era parte de los requisitos planteados en la evaluación del curso, ya que pretendía que los estudiantes pudieran poner en práctica los aprendizajes construidos durante el cuatrimestre y, al mismo tiempo, implementarían herramientas alternativas, para los principios orientadores de la enseñanza como lo son la participación, la equidad, el desarrollo humano, la vida productiva y la ciudadanía global.

6.1. Objetivo

El objetivo principal era lograr, a través de este proyecto final, que los estudiantes pudieran demostrar el manejo y dominio de

los conocimientos, las competencias y las aptitudes adquiridas en los cursos de Electrónica II y Electrónica Digital II, así como, brindar un aporte social y asumir los nuevos retos a los que estamos inmersos.

Asimismo, se pretende dar a conocer en la comunidad de Puntarenas, a nuestros estudiantes, a la carrera en Ingeniería en Electrónica y a la UTN sede del Pacífico para poder vincular y extender socialmente a la Universidad con la comunidad, mediante convenios, acuerdos u otros tipos de enlaces, y así mantener comunicación directa entre la comunidad y la Universidad para cualquier proyecto a futuro.

6.2. Alcances

Este tipo de iniciativas tiene, entre sus principales expectativas, el poder vincular a la Universidad con el sector salud de la zona, para que llegue a ser considerada, junto con la carrera en Ingeniería en Electrónica, como una alternativa para que dé una solución a las diferentes necesidades físicas que poseen las personas, brindando una solución real, efectiva y viable a algún padecimiento, para que puedan mejorar su calidad de vida.

Ambiciosamente, al exponer el potencial de la educación de nuestra Universidad, se busca hacer realidad los prototipos expuestos, mediante el patrocinio, apoyo o inversión externa, con el fin de evitar que, luego de dichas exposiciones, los prototipos sean desarmados y olvidados sin más penas ni glorias. Por lo que sería importante seguir realizando actividades similares, hasta alcanzar un nombre y prestigio de nuestra parte, para conseguir llevarlos a la puesta en marcha.

Además, se tiene como trayectoria un crecimiento exponencial en la sensibilización de los estudiantes de la Universidad, orientando el aprendizaje, por medio de la construcción de significados por parte del

estudiante, desde su propia realidad y/o experiencia, en situaciones imprevistas. Logrando una cultura entre nuestros estudiantes a la participación e interés, por poner a disposición sus conocimientos para la solución de problemas.

Asimismo, es una oportunidad para que la provincia de Puntarenas, la Universidad Técnica Nacional, Sede del Pacífico, la carrera en Ingeniería en Electrónica y nuestros estudiantes se proyecten a la comunidad y al país entero, de modo que la Universidad pueda ser vista y tomada en cuenta para la resolución de problemas, reafirmando su compromiso con el desarrollo y bienestar social.

La mejora de la proyección de la carrera en Ingeniería en Electrónica, a nivel comunal, es una oportunidad para alcanzar el apoyo económico, requerido en la realización de los proyectos y su puesta en marcha, y así obtener los resultados esperados de cada proyecto. Con esto se espera lograr una vinculación estrecha entre la Universidad y futuras empresas y/o instituciones, para futuros convenios donde se vean beneficiadas todas las partes.

El respaldo de los proyectos realizados en la Universidad y la cantidad de los posibles problemas a solucionar, le permitirá a la Universidad posicionarse entre las instituciones más cotizadas en el mercado laboral, por la calidad y prestigio que muestran nuestros estudiantes y egresados.

Asociado a ello, se tienen claramente identificados los grupos que se ven beneficiados por la implementación del proyecto. En primer lugar, la comunidad de Puntarenas, ya que se les brinda respuesta a ciertos problemas que presentan las personas, brindándoles una posible solución y mejorando su calidad de vida.

De igual manera, los estudiantes directamente se favorecen, al estar en contacto con la realidad de otras personas, concientizando sobre la importancia de poder

aportar, por medio de sus conocimientos adquiridos, en los cursos que la Universidad les brinda. Posteriormente, se encuentran los profesores, quienes a través del trabajo que realizan los estudiantes, ven reflejado su experticia, esfuerzo y compromiso en el acompañamiento a los estudiantes, a través de los procesos de mediación pedagógica.

Finalmente, la UTN, ya que se puede destacar en ofrecer una formación integral a sus estudiantes, para que, en la inserción en sus futuros espacios profesionales y laborales, puedan brindar sus aportes, dándole un gran valor social a la institución.

6.3. Importancia

La implementación de la electrónica en la resolución de problemas que afectan la calidad de vida del ser humano, es una oportunidad orientada a la excelencia, donde se enfoca en la formación de sus profesionales altamente calificados, tomando en cuenta las exigencias del sector productivo, el desarrollo del ser humano y el compromiso universitario con el proceso educativo holístico.

Asimismo, sería importante destacar las necesidades que afronta el laboratorio de ingeniería en Electrónica de la sede del Pacífico, en cuanto a la limitante en equipo, el cual es básico para la enseñanza pero no suficiente si se desea aspirar a la demostración de las capacidades y habilidades de nuestra educación. Sería de suma importancia poder dotar de equipos necesarios, mediante convenios o alianzas nacionales e internacionales, esperando que mediante la exposición de la capacidad de nuestros estudiantes, podamos afianzar cualquier futuro interés por parte de identidades externas en pro de donar equipo electrónico provechoso para dicho laboratorio.

Asimismo, es una necesidad inminente poder contar con el personal académico preparado, no solo técnicamente, sino profesionalmente, quienes promuevan y

estimulen la participación de espacios educativos en los que se potencie la creatividad y la imaginación, además, que se impulse y posibilite la innovación y el emprendedurismo, y no limitar a los estudiantes a una filosofía.

En los últimos años, la provincia de Puntarenas se ha visto seriamente afectada en cuanto al empleo, la situación económica y social, lo cual es un riesgo directo para nuestros futuros y presentes estudiantes. Esta situación, se puede contrarrestar a un mediano y largo plazo, por medio de la educación de calidad brindada en nuestra Sede, así como, al consultar directamente a los sectores productivos, para asegurar el impacto de las acciones de extensión universitaria. Creando así posibles futuras implementaciones de empresas nacionales e internacionales en la zona, por el interés en el potencial de nuestros jóvenes, llevando a cabo una reactivación económica y un mejoramiento en la situación socioeconómica de Puntarenas.

Además, esta propuesta permite a la Universidad Técnica Nacional (UTN), poner en práctica una de sus áreas sustantivas, como lo es la vinculación y extensión social, por el impacto que genera en la sociedad. Siendo esencial el aporte académico para promover la puesta en práctica de las capacidades adquiridas por los estudiantes, en función de las necesidades de Puntarenas.

7. Fundamento teórico

La electrónica es un área interdisciplinaria, la cual abarca muchas ramas científicas y tecnológicas, con el objetivo de obtener resultados tangibles para la mejora o eficiencia de un proceso desarrollado. Cuenta con la cualidad de ser una disciplina de avance continuo y acelerado, marcado por el rápido crecimiento de las tecnologías de la información, las comunicaciones, la automatización, el entretenimiento, la tecnología médica e inteligencia artificial, entre otras.

En la práctica, la electrónica le da un sentido de generación, adaptación e incorporación de dichas habilidades en el mundo tecnológico, para brindar, por medio de procesos analíticos eficaces, diferentes soluciones, con un sentido crítico, a un sinfín de problemas de diferente índole. Pero, ¿cómo es que la electrónica puede ayudar a la mejora en la calidad de vida de las personas con algún padecimiento? Desde el punto de vista tecnológico y de los conocimientos electrónicos, cualquier idea es realizable, basta con tener creatividad, entusiasmo y querer un mejor futuro para todos.

Asimismo, Areny (1997) plantea que "la electrónica en la vida cotidiana es indiscutible" (párr. 1), pero la presencia en la medicina pasa desapercibida para la mayor parte de nuestra sociedad. Todo un sinfín de aparatos médicos, la mayoría electrónicos, ayudan al diagnóstico, ofrecen terapias o simplemente mejoran nuestra calidad de vida.

Según Corbin (s.f.) las 10 enfermedades más comunes y frecuentes que afectan a un mayor número de personas, año tras años son las siguientes: enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes, cáncer, asma, caries, EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica: patología respiratoria que provoca un daño progresivo), gripe, enfermedades hepáticas y estrés. Por lo que, los estudiantes en el proceso de identificación de los problemas de salud por resolver a nivel social, buscaron un público meta amplio, para causar un impacto relevante.

Actualmente, el poder implementar la electrónica es mucho más sencillo, gracias a los avances tecnológicos. Lo que se desarrolla en la actualidad es la mejora de dichos dispositivos o la intervención innovadora de algunos casos médicos muy puntuales. La invención de la tecnología, revolucionó o cambió mucho la idea de la medicina clásica, todo esto empezó en los 1745 con la aparición de la botella de Leyden (History),

el efecto capacitivo de mencionada botella luego fue controlable, y empezó hacerse realidad cuando se logró la reanimación cardiaca de un niño.

Además, el mercado de la salud por explotar, principalmente, es el virtual, donde se puede tener fácil acceso a la información de los pacientes o diagnósticos rápidos al alcance de un clic en sus dispositivos inteligentes como lo son los celulares, tabletas o computadoras. Por lo que la nueva generación se basa en aplicaciones móviles por su versatilidad y accesibilidad.

Asimismo, Semana (1994) plantea que La posibilidad de almacenar grandes cantidades de información permite optimizar las historias clínicas. La fundación para la investigación de Cáncer en Londres está desarrollando un sistema de señales que advierte si un paciente es alérgico a determinadas drogas o tiene contraindicaciones a ciertos tratamientos (p.1).

Teniendo en cuenta el objetivo principal de este proyecto, es decir, brindar mejoras en la calidad de vida a los pacientes con una enfermedad crónica o condición permanente, el área por investigar es terapia o rehabilitación médica, donde se fundamentan los prototipos de los estudiantes, con el fin de facilitarles el día a día a los pacientes con enfermedades comunes en Costa Rica.

De igual manera, Crisantos & Hernández (2016) exponen que

El instituto Politécnico Nacional dio a conocer que estudiantes de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán, desarrollaron un sistema de rehabilitación para pacientes con lastimaduras en el hombro, que funciona a través de un programa electrónico de detección de movimiento denominado kinect (párr. 1).

De ahí que incursionar en el mercado médico tecnológico es el futuro, por lo que

especializarse en ello o invertir en investigaciones o desarrollar productos en este nicho, es una fuente con gran demanda para el país, el cual puede explotar esta área, teniendo la capacidad técnica necesaria.

Como dato adicional, el mercado mundial está dominado por un grupo reducido de empresas que han sabido aprovechar una época, en la que el mayor poder adquisitivo de los ciudadanos y el estado del bienestar - en Europa-, han dirigido muchos recursos hacia la salud pública, creando grandes oportunidades de negocio. La participación española se reduce, en este contexto, a instalaciones de ensamblaje de las grandes compañías (Areny, 1997).

El rumbo de nuestra era la está marcando la tecnología, la cual nos dicta una constante actualización para el manejo y entendimiento de los dispositivos y además, una especialización en nuestra educación en respuesta al sector productivo.

Asimismo, Revista Española de Electrónica (2018) plantea que

La electrónica es el corazón de las innovaciones dentro del sector de la tecnología médica. Ya hay muchos ejemplos de desarrollos vitales del pasado, como máquinas de rayos X y marcapasos. Y ahora, a medida que la atención de la salud se digitaliza cada vez más con redes, análisis de datos inteligentes y telemedicina, la electrónica se ha convertido en un elemento integral (párr. 2).

Para el caso de todos los prototipos innovadores propuestos por los estudiantes, son aceptados, desde el punto de vista innovador, por cumplir entre varios aspectos, el reducido costo de su producción y adquisición, haciéndolo de fácil acceso para la mayoría de la población. Caso contrario con lo que cuentan los dispositivos de última tecnología, que elevan sus costos limitando el acceso a la población. Las desventajas también han sido notorias, ya que

conforme avanza la tecnología, su complejidad y utilidad, también se elevan los costos de su implementación, debido a que muchas veces estos avances impresionantes y novedosos solo se pueden quedar como eso y nada más, ya que por su elevado costo no puede ser vendido en el mercado ni puesto al alcance de las personas que lo necesitan (Osorio, s.f.).

Adicionalmente, es importante considerar el paso final en los prototipos propuestos, que es la implementación a escala en la vida real de los pacientes, lo cual llevará a una mejora continua. Lamentablemente, se presenta la limitante para nuestros estudiantes de no poder dar dicho paso, ya que no contamos con el apoyo de empresas nacionales o extranjeras, en las cuales probar en masa los prototipos. Otro de los mayores retos del proyecto, es la fase final, en la que se pretende lograr, efectivamente, la transferencia de tecnología a los sistemas productivos y que logre, el sistema de rehabilitación, tener un impacto real en la gente. El salto de un prototipo en un instituto de investigación hacia una empresa es todavía un poco grande, en ese sentido sería bueno que hubiera más estímulos, para que el salto sea más fácil (Conacyt, 2016).

Costa Rica no ha sido la excepción y ha dado sus pasos en la implementación de la electrónica en la medicina, como han sido las noticias del periódico *La Nación* en varias ocasiones, donde destaca la inversión millonaria en el Hospital del Trauma en la compra de tres robots de rehabilitación, para sus pacientes en la recuperación de la movilidad de sus extremidades (ver figura 1). O como es el caso del primer costarricense y centroamericano que fue intervenido y se le colocó un asistente electrónico a su corazón, el cual estaba funcionando a un 10%. Por medio de este dispositivo externo a su cuerpo, se le ayudó a aumentar su calidad de vida y a mejorar la función de su corazón (ver figura 2).

Figura 1. Noticia nacional sobre el uso de dispositivos electrónicos en el país.



Figura 2. Aplicación de dispositivo electrónico en la salud de un paciente con problemas del corazón.



Fuente: Astorga L. (2019). Hospital del Trauma utiliza esta tecnología en rehabilitación de extremidades [ilustración]. Recuperado de: Aldea Global, pág. 11.

Fuente: Ávalos, Ángela. (2020). A vecino de Goi-coechea se le implantó dispositivo que sustituye ventrículo izquierdo [ilustración]. Recuperado de: El País, pág. 3.

En este escenario, la exposición del proyecto se caracteriza por fundamentarse en un aprendizaje auténtico, la aplicación de una metodología activa y su vinculación con el Modelo Educativo de la UTN (2016). Estos aspectos teóricos respaldan el enriquecimiento de proyectos similares, para un futuro, dentro de la institución, con el fin de enriquecer los procesos educativos, al vincular la teoría y la práctica, desde el contexto de los estudiantes.

8. Aplicación

La exposición de proyectos se llevó a cabo durante el tercer cuatrimestre del 2019, donde se planteó, por medio de un cronograma, la presentación y planeación de cuatro diferentes avances, para concluir

el proyecto final del curso con éxito. Por medio de avances escritos y prácticos, se buscaba la consolidación de un prototipo innovador, mediante un proceso guiado por la profesora a cargo.

De acuerdo con cada uno de los cursos, los estudiantes debían de basarse en dispositivos electrónicos específicos vistos en sus clases respectivas, como lo era la implementación y programación del PIC (Circuito Integrado Programable), para los estudiantes del curso de Electrónica Digitales II, mientras que los estudiantes de Electrónica II debían hacer uso y manejo de los amplificadores operacionales y circuitos osciladores principalmente. La finalidad de los avances consistía en la presentación paulatina y correcta del

proceso de elaboración de un proyecto. Para la primera entrega se solicitaba realizar la propuesta del proyecto final, con su objetivo general y sus objetivos específicos.

Además, para la elaboración del primer bosquejo del proyecto, se requería el planteamiento de la problemática a solucionar, su justificación, el impacto positivo de la propuesta ante el inconveniente a corregir y la hipótesis de cómo se logrará solucionar. Todo esto exigía esfuerzo por parte de los estudiantes, para verdaderamente innovar y poder presentar una justificación razonable, ya que en caso contrario, la idea no iba a ser considerada por la profesora y debían proponer otra idea.

Asimismo, la consideración de los materiales a utilizar y el procedimiento para la elaboración del proyecto final, en conjunto con una justificación razonable del porqué de las decisiones tomadas, en cuanto a dispositivos y lógica de creación, eran parte del avance número dos. Es importante rescatar el gran reto que los estudiantes tuvieron que enfrentar, ante la limitante en cuanto a dispositivos electrónicos y demás componentes necesarios para el desarrollo de proyectos similares, con el que presenta el laboratorio de electrónica de la Sede, por lo que los mismos estudiantes tuvieron que adquirir la mayoría de sus equipos.

La adquisición de resultados obtenidos en el circuito electrónico elaborado del futuro prototipo, era muy importante para considerar la posibilidad del cumplimiento o no de la hipótesis trazada inicialmente, ya que en caso de ser negativa, se debía tomar una decisión, ya sea el replanteamiento para concluir el proyecto con éxito, o en su efecto, la generación de una nueva idea. Esta etapa se considera el reto más importante por cumplir en el avance tres de la creación del prototipo.

Finalmente, el avance cuatro abarcaba la demostración de la mayoría de las funciones del prototipo innovador,

durante una exposición ante sus compañeros de curso, donde se debía explicar el uso de los dispositivos, las aplicaciones implementadas y la utilidad final del circuito electrónico, demostrando la integración y ejecución de las funciones entre sí, como un todo (ver figuras 3 y 4).

Figura 3. Cronograma de entrega de avances. Propuesta realizada en el curso de Electrónica II, para el proyecto final del curso.

SEMANA	UNIDAD TEMÁTICA
SEMANA 1	Unidad I. Amplificadores de Potencia
SEMANA 2	Unidad II. Transistores de Efecto de Campo
SEMANA 3	Tarea 1. Unidad II. Transistores de Efecto de Campo
SEMANA 4	Unidad III. Análisis de Pequeña Señal con Transistores de Efecto de Campo
SEMANA 5	Primer Parcial
SEMANA 6	Unidad III. Análisis de Pequeña Señal con Transistores de Efecto de Campo
SEMANA 7	Tarea 2. Unidad IV. Elementos de Control de Potencia
SEMANA 8	AVANCE 1. Prueba Corfa 1. Unidad IV. Elementos de Control de Potencia
SEMANA 9	Unidad V. Amplificadores Operacionales
SEMANA 10	AVANCE 2. Segundo Parcial Prueba Corfa 2.
SEMANA 11	Unidad V. Amplificadores Operacionales
SEMANA 12	AVANCE 3. Unidad VI. Circuitos Osciladores.
SEMANA 13	AVANCE 4. Unidad VI. Circuitos Osciladores.
SEMANA 14	Proyecto Final.

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Cronograma de entrega de avances. Propuesta realizada en el curso de Electrónica Digital II, para el proyecto final del curso.

SEMANA	UNIDAD TEMÁTICA
SEMANA 1	Unidad I. Memorias Semiconductoras
SEMANA 2	Unidad I. Memorias Semiconductoras
SEMANA 3	Unidad I. Memorias Semiconductoras
SEMANA 4	Unidad I. Memorias Semiconductoras
SEMANA 5	Primer Parcial Unidad II. Microcomputador
SEMANA 6	Tarea 1. Unidad II. Microcomputador
SEMANA 7	Unidad II. Microcomputador
SEMANA 8	AVANCE 1. Prueba Corfa I. Unidad III. Microprocesador
SEMANA 9	Unidad III. Microprocesador
SEMANA 10	AVANCE 2. Segundo Parcial. Unidad IV. Microcontroladores Programables tipo PIC.
SEMANA 11	Tarea 2 Unidad IV. Microcontroladores Programables tipo PIC.
SEMANA 12	AVANCE 3. Prueba Corfa II. Unidad IV. Microcontroladores Programables tipo PIC.
SEMANA 13	AVANCE 4. Unidad IV. Microcontroladores Programables tipo PIC.
SEMANA 14	PROYECTO FINAL

Fuente: elaboración propia.

Una vez realizada la presentación y el cumplimiento correcto de los avances a lo largo del cuatrimestre, la última etapa consistió en una exposición interna entre los compañeros por curso, a manera de simulación, para el evento principal. En esta debían cumplir los requisitos solicitados, a manera de práctica, para asegurar el éxito de la exposición final, logrando finiquitar detalles para un buen desempeño por parte de los estudiantes ante el público presente.

Se elaboró una serie de requisitos, para cada uno de los cursos (ver figuras 5 y 6) buscando la excelencia y estandarizar los lineamientos de la exposición, con el fin de asegurar una presentación de calidad, con una visión holística en el desarrollo de estrategias de articulación e innovación. Por lo que, todos los proyectos pasaron por estándares de calidad, donde se velaba por el adecuado desempeño del estudiante y el prestigio de los proyectos, con el fin de mantener el prestigio de la Universidad y de la carrera, al exponerlos abiertamente ante profesionales de la salud (ver figura 7 y 8).

Figura 5. Requisitos solicitados para la exposición final del curso de Electrónica II, para el proyecto final del curso.

Universidad Técnica Nacional, Sede del Pacífico
III Cuatrimestre 2019
Electrónica II

Ing. Ma Teresa Jiménez Ramírez
IEL-524

Checklist Proyecto Final.

- ✓ El nombre del prototipo debe representativo respecto al problema real de salud social por solucionar.
- ✓ Crear una presentación en PowerPoint, con fines visuales y de apoyo (no es para exponer con base en ella) sin exceso de letras y de manejo independiente alusiva a los datos de interés, tales como:
 - Problema.
 - Estadísticas.
 - Lo que hay en el mercado
 - Solución.
 - Aspecto innovador.
 - Prototipo Futurista.
- ✓ Manejar un vocabulario acorde al área de salud pertinente.
- ✓ Elaborar un Elevator pitch con el cual cause un impacto en la atención del público.
- ✓ Crear y mostrar digitalmente, un prototipo futurista de cómo se vería el proyecto si no se contara con limitaciones de tiempo, dinero, etc.
- ✓ Rescatar la parte innovadora del prototipo propuesto.
- ✓ Causar una buena y aceptada impresión ante el impacto en la salud social que el prototipo solventa.
- ✓ Informe físico el día de la presentación de su proyecto final.
- ✓ Prototipo Funcional el día de la presentación, manejar con mucho cuidado todos los aspectos claves para mantener el prototipo funcional durante toda la exposición de los proyectos. Esto será clave para que la actividad aspire a ser exitosa.
- ✓ Presentación personal y acorde a la actividad.
- ✓ Cumplimiento de los dispositivos principales a utilizar en el proyecto final: Amplificadores operaciones y Circuitos Osciladores.

Fuente: elaboración propia.

La autora de este artículo autorizó el uso de las fotografías en la Revista Académica Arjé.

Figura 6. Requisitos solicitados para la exposición final del curso de Electrónica Digital II, para el proyecto final del curso.

Universidad Técnica Nacional, Sede del Pacífico
III Cuatrimestre 2019
Electrónica Digital II

Ing. Ma Teresa Jiménez Ramírez
IEL-623

Checklist Proyecto Final.

- ✓ El nombre del prototipo debe representativo respecto al problema real de salud social por solucionar.
- ✓ Crear una presentación en PowerPoint, con fines visuales y de apoyo (no es para exponer con base en ella) sin exceso de letras y de manejo independiente alusiva a los datos de interés, tales como:
 - Problema.
 - Estadísticas.
 - Lo que hay en el mercado
 - Solución.
 - Aspecto innovador.
 - Prototipo Futurista.
- ✓ Manejar un vocabulario acorde al área de salud pertinente.
- ✓ Elaborar un Elevator pitch con el cual cause un impacto en la atención del público.
- ✓ Crear y mostrar digitalmente, un prototipo futurista de cómo se vería el proyecto si no se contara con limitaciones de tiempo, dinero, etc.
- ✓ Rescatar la parte innovadora del prototipo propuesto.
- ✓ Causar una buena y aceptada impresión ante el impacto en la salud social que el prototipo solventa.
- ✓ Informe físico el día de la presentación de su proyecto final.
- ✓ Prototipo Funcional el día de la presentación, manejar con mucho cuidado todos los aspectos claves para mantener el prototipo funcional durante toda la exposición de los proyectos. Esto será clave para que la actividad aspire a ser exitosa.
- ✓ Presentación personal y acorde a la actividad.
- ✓ Cumplimiento del dispositivo principal a utilizar en el proyecto final: PIC.

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Exposición de práctica para la actividad final del grupo de Electrónica II.



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Exposición de práctica para la actividad final del grupo de Electrónica Digital II.

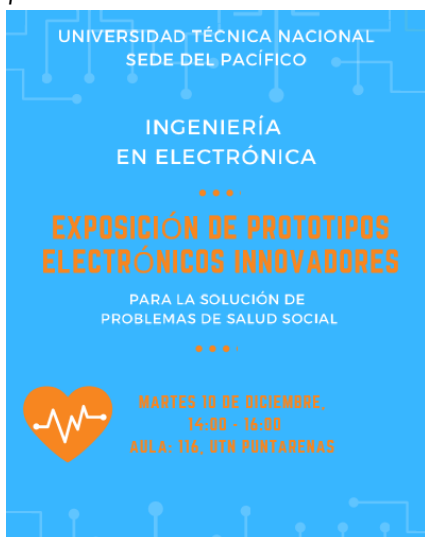


Fuente: elaboración propia.

En esta actividad se mostraron, además del conocimiento y lo aprendido en clases por parte de los estudiantes, diferentes prototipos innovadores en el área de la salud, con el objetivo de resolver ciertos problemas que afectan personas a nuestro alrededor.

Mediante la entrega de un panfleto (ver figura 9) con la información general sobre la actividad a los invitados, se hizo de dominio popular la intención de la exposición de los prototipos de los estudiantes, donde se indicaba el día, la hora y el lugar, esperando así, contar con público presente.

Figura 9. Panfleto informativo de la exposición de los prototipos innovadores.



Fuente: elaboración propia.

Una vez que los proyectos estaban terminados y funcionando a cabalidad en la semana 12 del cuatrimestre, cumpliendo con los requisitos del curso, en cuanto al uso, dominio y manejo de los dispositivos específicos para cada uno de los cursos, se procedió a darles en la semana 13 las herramientas y la guía necesaria a los estudiantes, para que pudieran llevar a cabo su primera exposición de proyectos frente a un público distinto al que estaban acostumbrados, como lo eran sus compañeros de curso y profesores. Por lo que, mediante la entrega de los aspectos de interés para la exposición (ver figura 10), los estudiantes se prepararon para su debut.

La autora de este artículo autorizó el uso de las fotografías en la Revista Académica Arjé.

Ratificando, una vez más, la ardua preparación previa que realizaron los estudiantes.

Figura 10. Aspectos de interés para la exposición, preparación previa a la actividad.

Universidad Técnica Nacional, Sede del Pacífico El Cuatrimestre 2019 Exposición de Prototipos Electrónicos Innovadores para la solución de Problemas de Salud Social	
Aspectos de Interés para la Exposición.	
El público espectador se conformará por la dirección del área de salud de la clínica San Rafael de Puntarenas, Dra. Irene, Diemissen, A. y su comisión de médicos especialistas en los áreas de los prototipos a exponer, además de los profesionales de la salud se contará con la asistencia del decano, director de docencia, coordinadores de las siguientes cátedras: electrónica, eléctrica, diseño gráfico y gestión empresarial; el director de investigación y los miembros de la comisión de incubadora de empresas, entre otros.	Se deben respetar los tiempos y el orden de las exposiciones, ya que el personal de la clínica se desea retirar a las 18:00 en punto.
Al inicio de la actividad se dará la bienvenida y seguirán las palabras del decano. Al final de las exposiciones se harán entrega de los certificados de participación, según se un compartir con el público en un pequeño refrigerio.	1. Pantillero inteligente: 14:00-14:10. 2. Prototipo circuito electrónico para usuarios con asma persistente: 14:15-14:25. 3. Registro automático de espiración: 14:30-14:40. 4. Prototipo de alarma sobre llenado de bolsa urinaria: 14:45-14:55. 5. Asistente de comunicación electrónica para personas con sordera: 15:00-15:10. 6. Monitoreo de pulso cardíaco: 15:15-15:25. 7. Detector caídas en adultos mayores: 15:30-15:40. 8. Aplicaciones para pile de ruedas: 15:40-15:50. 9. Comunicador sígilo de texto a voz: 15:50-16:00.
Favor estar una hora antes como mínimo a la hora de inicio de la actividad, para la ubicación de los prototipos en sus respectivos lugares.	Buena presentación personal y acorde a la actividad.
La exposición será uno por uno ante el público antes mencionados, por lo tanto, el tiempo y sincronización del cambio entre los prototipos debe ser negociable.	Mantener la postura, credenciales, confianza y seguridad; por lo tanto, deben estar controlados los móviles y en caso de ocurrir en los mismos, el compañero del prototipo deberá rescatar la exposición.
Los aspectos por exponer deben ser vistos desde la perspectiva de vender un producto, por lo tanto, deben tener y hablar sobre lo siguiente, apoyándose de una presentación en power point: El Problema por solucionar. Lo que hay en el mercado para ese problema. La solución propuesta con el prototipo "Demostrar". El aspecto innovador que tiene el prototipo sobre lo que existe en el mercado. El prototipo Futurista de cómo se verá la implementación en masa. Mencionar el costo del prototipo para su venta. Abrir la posibilidad de recibir consultas y/o feedback de parte del público, dentro del tiempo de su exposición.	Se espera poder contar con su prototipo para el próximo concurso de emprendimiento e innovación en nuestra sede, el cual se celebrará en marzo del 2020. Para lo cual, deberá solicitar la boleta de inscripción al señor Otto Arroyo, miembro de la comisión de incubadora de empresas, el día de la actividad. Debe de estar claro y estar suptar, que en caso de que los representantes de la clínica deseen tener a cabo su prototipo, deberá llevarlo a caso como su práctica profesional o como un requisito para optar por el título de diplomado. Para lo cual deberá firmar dicho acuerdo, caso contrario, no se exhibirá su prototipo.

Fuente: elaboración propia.

En esta experiencia se contó con una participación importante, tanto de estudiantes expositores como con la presencia del director de carrera en Electrónica Mario Alberto Durán, el señor decano de la Sede el doctor Fernando Villalobos, el encargado de Vinculación de extensión y acción social de la sede Ricardo Segura, de la directora en el Área de salud de la clínica San Rafael de Puntarenas, la doctora Hanna Diemissen y varios especialistas en salud. La actividad fue llevada a cabo en el aula 116 de la sede del Pacífico de la UTN (ver figura 11 y 12).

Figura 11. Aula 116 UTN sede del Pacífico.



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Público espectador de la actividad realizada.



Fuente: elaboración propia.

La actividad consistió en la presentación de nueve proyectos (ver figura 13) denominados Pastillero Inteligente (ver figura 15), Prototipo circuito electrónico para usuarios con asma persistente (ver figura 16), Registro automático de espiración (ver figura 17), Prototipo de alarma sobre llenado de bolsa urinaria (ver figura 18), Asistente de comunicación electrónico para personas con afasia (ver figura 19), Monitoreo de pulsos cardiacos (ver figura 20), Detector caídas en adultos mayores (ver figura 21), Aplicaciones para silla de ruedas (ver figura 22) y Comunicador lógico de texto a voz (ver figura 23).

Figura 13. Prototipos electrónicos innovadores para la solución.



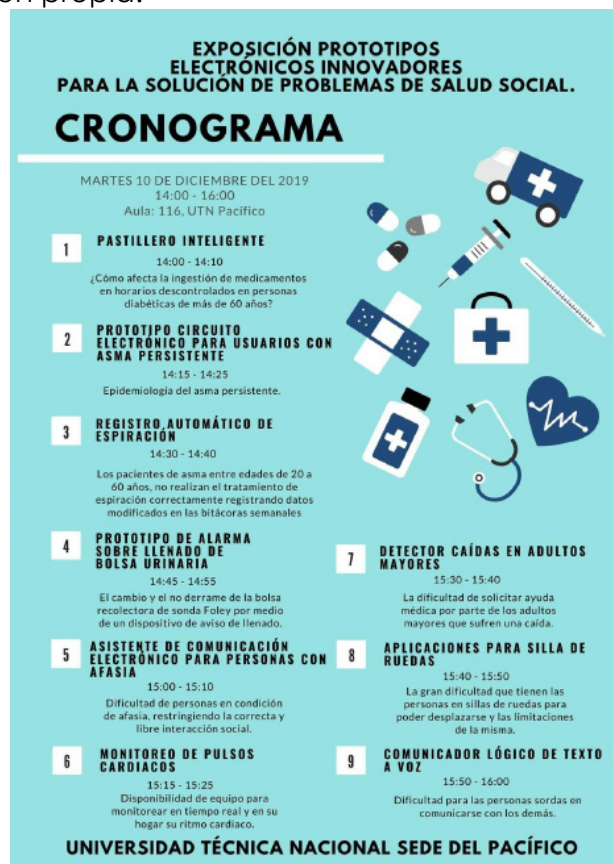
Fuente: elaboración propia.

Los prototipos fueron realizados por estudiantes del diplomado en Ingeniería Electrónica y se presentaron siguiendo un orden previamente establecido, incluyendo el tiempo estimado por exposición, ya que solo se contaba con dos horas para la actividad.

La autora de este artículo autorizó el uso de las fotografías en la Revista Académica Arjé.

(ver figura 14 y 15). Esto permitió hacer un uso correcto del tiempo y aprovechar al máximo la atención de los profesionales en salud.

Figura 14. Cronograma de la actividad. Elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Pastillero Inteligente. Estudiantes Kristel y Steven.



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Prototipo circuito electrónico para usuarios con asma persistente. Estudiantes Emmanuel y Diego.



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Registro automático de espiración. Estudiante Melany.



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Prototipo de alarma sobre llenado de bolsa urinaria. Estudiantes Cristian y Jason.



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Asistente de comunicación electrónica para personas con afasia. Estudiantes Kevin y David.



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Monitoreo de pulsos cardiacos. Estudiantes Luis y Jafet.



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Detector de caídas en adultos mayores. Estudiantes Erick y David.



Fuente: elaboración propia.

La autora de este artículo autorizó el uso de las fotografías en la Revista Académica Arjé.

Figura 22. Aplicaciones para silla de ruedas. Estudiante Bryan.



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Comunicador lógico de texto a voz. Estudiantes Carolina, Abraham y Abel.



Fuente: elaboración propia.

Al finalizar la actividad se le hizo entrega de certificados de participación a los estudiantes, por parte del decano de la sede el doctor Fernando Villalobos, el director de carrera de Ingeniería Electrónica Mario Durán y como invitada especial la doctora Hannah Diermissen (ver figura 24 y 25).

Figura 24. Entrega de certificados de participación por parte de la Dra., el decano y director de carrera.



Fuente: elaboración propia.

La autora de este artículo autorizó el uso de las fotografías en la Revista Académica Arjé.

Figura 25. Certificados de Participación.



Fuente: elaboración propia.

Mediante el apoyo del director de la carrera de Ingeniería Electrónica de la sede del Pacífico, Mario Alberto Durán, y de la señora Ana Lorena Shedden, encargada de prensa y Comunicaciones Públicas de la UTN del Pacífico, se logró dar a conocer a la comunidad estudiantil, docente y administrativa, los prototipos realizados por los estudiantes (ver figura 26).

Figura 26. Publicación de la actividad a nivel sede del Pacífico.



Fuente: elaboración propia.

Dicha actividad, contó con la participación de 40 personas, aproximadamente, incluyendo estudiantes, administrativos de la universidad y profesionales en el área de la salud (ver figura 27).

Figura 27. Lista de participantes en la exposición de los prototipos innovadores en el área de la salud.

The image shows two pages of a handwritten list of participants. The left page has two columns, 'Apellidos' and 'Nombres', with entries such as 'Pavel Segura Carabano', 'Luis Diego G.', 'Shirley Torres Rojas', and 'David Espinoza'. The right page has a single column with entries like 'Alex de Paul M...', 'Juan de la Cruz...', 'Hans Alberto...', and 'Diego...'. The list is filled with signatures and names of attendees.

Fuente: elaboración propia.

9. Análisis de la experiencia

La exposición de los prototipos innovadores a los profesionales en el área de la Salud les permitió a los estudiantes un desarrollo en su aprendizaje, pero también, en el campo emocional, ya que pudieron recibir recomendaciones, retroalimentaciones constructivas, felicitaciones y diferentes puntos de vista, desde personas externas a la Universidad, dejándoles muy explícito que el trabajo realizado fue de su agrado.

Además de poder ampliar sus horizontes, cultivar una mentalidad innovadora y visualizar cómo el esfuerzo que realizaron puede marcar una diferencia para el bienestar de la sociedad.

Este tipo de exposiciones abiertas al público, permite evidenciar la capacidad de los estudiantes, lo cual refleja la calidad de la educación de la Universidad. Asimismo, ofrece a la provincia de Puntarenas, un espacio de vinculación con la institución, como apoyo en la búsqueda de soluciones a diferentes problemas presentes en las comunidades, independientemente del tipo

de especialización que se necesite para cada problema, ya que se pueden elaborar soluciones interdisciplinarias.

El poder inculcar a nuestros jóvenes valores para una convivencia sana, más allá de una educación técnica, es muy importante, ya que les trazará una ruta para ser futuros profesionales íntegros, con el fin de marcar una diferencia y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, pudiendo ser, incluso, referentes para las futuras generaciones.

A continuación, se presentan algunos de los comentarios de los estudiantes involucrados, quienes realizaron un análisis de la experiencia:

Carolina Blandón, estudiante de Ingeniería en Electrónica, Sede del Pacífico: "Actividades de este calibre las considero útiles para mi formación profesional porque nos ayuda a prepararlos para futuros eventos".

Cristina Segura H, estudiante de Ingeniería en Electrónica, Sede del Pacífico: "La exposición me pareció muy buena para demostrar las diferentes habilidades que adquirimos en la carrera. Considero que se puede mejorar para el futuro contar con más apoyo de parte de la Universidad en cuanto a materiales y equipos para el desarrollo de los prototipos".

David Espinoza, estudiante de Ingeniería en Electrónica, Sede del Pacífico: "Deseo rescatar que fue una actividad diferente a lo que estamos acostumbrados y nos sirvió para aprender de personas con experiencia. La actividad fue muy buena, pero se puede mejorar, en relación con que la Universidad ayude con los materiales, ya que nos vemos muy limitados".

Jason Rivas, estudiante de Ingeniería en Electrónica, Sede del Pacífico: "La exposición me pareció bien debido a que los proyectos fueron desarrollados para ayudar a las personas. De igual manera, es útil para mi formación profesional, ya que estas actividades se enfocan en ayudarnos a tener

ingenio y así poder desarrollarnos en diferentes áreas, pero se debería mejorar la disponibilidad de equipo que se encuentra en la U”.

Jafet Venegas, estudiante de Ingeniería en Electrónica, Sede del Pacífico: “En lo personal, se deberían considerar más este tipo de actividades, realizarlas más seguido, pero con mayor apoyo por parte de la Universidad, para así poder alcanzar mejores proyectos”.

A continuación, se presentan algunos de los comentarios de espectadores, quienes realizaron un análisis de la experiencia:

Edwin Granados B, médico Pediatra Pensionado: “Lo que considero muy importante es la gran capacidad creativa de estos jóvenes, que tratan de mejorar la calidad de vida de las personas que tienen alguna discapacidad”.

Gabriel Ugalde Rojas, enfermero - Epidemiólogo: “Deseo rescatar el esfuerzo por la innovación desarrollada en cada uno de los prototipos de los estudiantes”.

Nancy Cárdenas Robles, licenciada Registros de Estadística e información en salud: “Me gustaría felicitar a cada uno de los expositores por el esfuerzo realizado”.

Paolo César Campos S, ingeniero en electromedicina: “Excelente exposiciones y muy importante que el conocimiento técnico sea aplicado y el estudiante vea la utilidad de sus estudios”.

Roberto Obando B, médico - Cirujano: “Es importante tener presente que todos los prototipos están muy interesantes. Por lo tanto, los animo a continuar y seguir adelante en sus proyectos de vida”.

10. Referencias

Areny, R. P. (enero de 1997). ResearchGate. Recuperado el 17 de febrero de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/239813249_La_Ingenieria_electronica_y_la_medicina

Astorga, L. (12 de diciembre de 2019). Hospital del Trauma utiliza esta tecnología en rehabilitación de

extremidades. Aldea Global, pág. 11. Recuperado el 27 de diciembre de 2019

Ávalos, Ángela. (16 de febrero de 2020). A vecino de Goicoechea se le implantó dispositivo que sustituye ventrículo izquierdo. El País., pág. 3. Recuperado el 16 de febrero de 2020

Conacyt, A. I. (04 de octubre de 2016). Cienciamx Noticias. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/salud/9374-desarrollan-sistema-para-rehabilitacion-de-paralisis-y-embolia-cerebral>

Corbin, J. A. (s.f.). Psicología y Mente. Recuperado el 17 de febrero de 2020, de <https://psicologiaymente.com/salud/enfermedades-mas-comunes-frecuentes>

Crisantos, A., & Hernández, Á. (17 de Julio de 2016). Diseñan estudiantes del IPN herramienta electrónica para rehabilitación de hombro. (A. Melín, Entrevistador) Recuperado el 17 de febrero de 2020, de <https://mvsnoticias.com/noticias/ciencia-y-tecnologia/disenan-estudiantes-del-ipn-herramienta-electronica-para-rehabilitacion-de-hombro-149/>

Osorio, S. (s.f.). Calameo. Recuperado el 17 de febrero de 2020, de <https://es.calameo.com/read/002711202f37c7a64aa32>

Revista Española de Electrónica. (04 de octubre de 2018). Electrónica Médica. Medicina en un mundo digital. Zaragoza, España. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://www.redeweb.com/actualidad/electronica-medica/#Semana>. (05 de febrero de 1994). La medicina electrónica. Recuperado el 17 de Febrero de 2020, de <https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/la-medicina-electronica/22330-3>

Valencia, Hugo. (04 de octubre de 2016). Desarrollan Sistema para Rehabilitación de Parálisis y embolia Cerebral. (H. Valencia, Entrevistador) Recuperado el 17 de febrero de 2020, de <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/salud/9374-desarrollan-sistema-para-rehabilitacion-de-paralisis-y-embolia-cerebral>