



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE: APRENDIENDO A CONFIGURAR Y ANALIZAR UN PROBLEMA REAL EN LA ASIGNATURA DE INTRODUCCIÓN A LA INGENIERIA

Sandra Arce Guerrero, Daniela Campo

**Universidad Autónoma de Occidente
Cali, Colombia**

Resumen

La presente investigación presenta la construcción de una alternativa de solución frente a la problemática de deficiencia de movilidad en miembros superiores de pacientes adolescentes con Distrofia Muscular de Duchenne. Este trabajo se realizó en el marco de la asignatura Introducción a la ingeniería I, impartida en primer semestre en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente, con el fin de identificar, configurar y analizar problemas del entorno real, integrando habilidades y saberes, para implementar alternativas de solución en un contexto real. Asimismo, la investigación se vinculó al semillero Solución Creativa de Problemas, donde se fortaleció con conocimientos de diversas áreas.

Para llevar a cabo la investigación se aplicó la metodología del Proceso de Diseño en Ingeniería (PDI), identificando el problema de investigación en la Fase 1, generando y evaluando soluciones en la Etapa 2, desarrollándola en la Etapa 3 y realizando pruebas y ajustes a la solución en la Fase 4 para comunicarla al público interesado.

Como resultado se logró rediseñar una prótesis propuesta en 1934, la cual consistía en una balanza de madera que asistía al paciente al momento de alimentarse; dicho rediseño se logró mediante la inclusión de componentes electrónicos como el Arduino UNO, una tarjeta electrónica programable que permite controlar los servomotores (motores con características especiales de control de posición, que brindan el movimiento de rotación al dispositivo permitiendo que el paciente pueda tener flexión, extensión y rotación de uno de sus miembros superiores), todo lo anterior conectado a un módulo bluetooth y a una aplicación móvil que permite llevar a cabo la

función del dispositivo.

La solución propuesta le permitirá al paciente realizar nuevamente actividades mediante el aprovechamiento de la movilidad en miembros superiores, logrando obtener cierto grado de independencia. De igual manera, la investigación inicial permitió a la autora del proyecto fomentar el desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas en contextos reales, el trabajo colaborativo y la comunicación efectiva; además de propiciar espacios académicos de trabajo independiente para promover la investigación y potenciar las habilidades de los estudiantes lo largo de su formación profesional.

Palabras clave: solución de problemas; metodología de diseño; aprendizaje significativo

Abstract

The present research presents the construction of an alternative solution to the problem of mobility deficiency in upper limbs of adolescent patients with Duchenne Muscular Dystrophy. This work was carried out in the framework of the subject "Introduction to Engineering I", which objective is to identify, configure and analyze problems of a real context, integrating skills and basic knowledge, to implement solution alternatives in a given real context. Likewise, the research was linked to the research hotbed "Creative Problem Solution", where it was strengthened with knowledge from various areas.

To carry out the research, the methodology of the Engineering Design Process (PDI) was applied, where Phase 1 consisted in identifying the research problem, in Phase 2 it was proposed to generate and evaluate various solutions, while Phase 3 allowed the development of the solution, and finally in Phase 4 the tests and respective adjustments to the solution were made, to communicate it to the interested public.

As a result, an orthosis proposed in 1934 was redesigned, which consisted in a wooden scale that assisted the patient at the time of feeding. This redesign was achieved through the inclusion of electronic components such as the Arduino UNO, a programmable electronic card that allows to control the servomotors (motors with special characteristics of position control, which provide the rotation movement to the device allowing the patient to have flexion, extension and rotation of one of its upper limbs), all previous connected to a Bluetooth module and to a mobile application that allows to carry out the function of the device.

The proposed solution will allow the patient to perform activities again by taking advantage of mobility in upper limbs, achieving some independence. In the same way, the initial research allowed the author of the project to encourage the development of problem-solving skills in real contexts, collaborative work and effective communication; in addition to promoting academic spaces of independent work to promote research and enhance the skills of students throughout their professional training.

Keywords: problem solving; design methodology; significant learning

1. Introducción

En la actualidad, las Instituciones de Educación Superior deben contar con una estrategia para ejercer la función sustantiva de la investigación, es decir, deben buscar la mejor forma para que en los procesos de enseñanza y aprendizaje contribuyan para fomentar procesos de rigurosidad científica. Lo anterior, desde experiencias que, desde los primeros semestres acerque a los estudiantes al desarrollo del pensamiento creativo, la participación con propiedad y suficiencia en redes académicas, semilleros de iniciación a la investigación y grupos de investigación profesoral.

En este orden de ideas, todo profesional en ingeniería requiere formación en diferentes competencias genéricas tales como: la Configuración y Solución de problemas, que permite identificar y analizar problemas para diseñar alternativas de solución en ingeniería, aplicando conocimientos previos e integrándolos a los recursos disponibles para el mejoramiento de su entorno; la Búsqueda y manejo de información con la que se puede identificar, seleccionar y utilizar información de fuentes válidas para soportar decisiones en relación a las propuestas de ingeniería, sintetizando y presentando conceptos básicos claros; y el Pensamiento crítico, para analizar la validez de ideas, argumentos, evidencias y razonamientos con criterios objetivos, que permitan ser críticos frente al ejercicio profesional. Al contar con estas competencias, es posible sostener una mirada reflexiva que encuentre diversas respuestas a la búsqueda de nuevas propuestas.

Para lograr lo anterior, es muy importante que el aula de ingeniería se convierta en un espacio para fomentar la investigación formativa que, apoyada en distintas estrategias metodológicas diseñadas por el docente, permitirá que los estudiantes puedan plantear preguntas relacionadas con temas de su interés, despertarla curiosidad, la reflexión, el cuestionamiento, la duda, bases fundamentales de todo proceso de investigación para la solución de problemas. En otras palabras, debe ser un espacio que anime a los estudiantes a que investiguen sobre problemáticas que tienen que ver con su realidad, y ver que lo que aprenden en el aula, tiene un impacto en su comunidad para que esto los motive a seguir investigando y profundizando en sus conocimientos requeridos para plantear las soluciones a los problemas de su entorno. En palabras de Díaz-Barriga (2001), "que en el cumplimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, el profesor es considerado como un ser motivador, el cual trata de inducir a sus estudiantes, motivos para su aprendizaje; es decir, la manera de cómo comprenderlos, desarrollarlos y aplicarlos, en tal sentido, que el alumno desarrolle interés por las actividades académicas, y perciban su beneficio, tanto personal como social".

De igual manera, se puede decir que el aula surge como un espacio que le permite al estudiante un aprendizaje reflexivo, donde él puede adquirir las bases orientadoras para sus procesos de observación del mundo y que influye de manera positiva para mejorar su formación académica. En este sentido, el docente debe alinear la docencia con la investigación, de manera que el docente adquiera competencias para ayudar a sus estudiantes a crear e investigar: "El profesor innovador y creativo posee una disposición flexible hacia las personas, las decisiones y los acontecimientos; no solo tolera los cambios sino que está abierto a ellos más que otras personas; está receptivo a ideas y sugerencias de los otros, ya sean superiores, compañeros o inferiores; valora el hecho diferencial; se adapta fácilmente a lo nuevo sin ofrecer excesivas resistencias; se implica en

proyectos de innovación (De La Torre y Violant, 2002).

Por otro lado, los estudiantes deben estar involucrados y dispuestos a desarrollar nuevas formas de comprensión y análisis, para emprender caminos propios de reflexión autónoma que les permita mejorar su capacidad de desarrollar las tareas propias de la investigación como los son: comparar, relacionar, validar, evaluar, generalizar, reconocer, formular, aplicar y en general todo aquello que indica el logro de los conocimientos nuevos que genera cambios y un valor agregado para la solución de problemas. De esta manera, se logrará potenciar en los ingenieros en formación, las habilidades requeridas a lo largo de su formación de pregrado y las requeridas en su campo profesional.

En conclusión, se requiere sembrar en los estudiantes desde los primeros semestres la motivación por aprender y cuestionarse sobre lo que los rodea, con el fin de afianzar sus conocimientos en ciencias y así mejorar su desempeño en el proyecto académico de las asignaturas futuras. Lo anterior implica, generar una cultura de investigación y que se vuelva significativo el aprendizaje al relacionarlo con un contexto real ya que, siguiendo a Ausubel, el aprendizaje de nuevos conocimientos se basa en lo que ya es conocido con anterioridad. Es decir, la construcción del conocimiento comienza con nuestra observación y registro de acontecimientos y objetos a través de conceptos que ya tenemos. Aprendemos mediante la construcción de una red de conceptos y añadiendo nuevos a los existentes (Ausubel, 2005).

2. Contexto de la experiencia

La asignatura de Introducción a la Ingeniería impartida en la Universidad Autónoma de Occidente de Cali (UAO) tiene como objetivo identificar y analizar problemas en contexto para implementar alternativas de solución, a través de la integración de habilidades y saberes previos, reflexionando sobre sus actuaciones como persona e ingeniero en formación al trabajar con otros. A esta asignatura llegan todos los estudiantes de primer semestre de los 9 programas de la Facultad de Ingeniería de la UAO. Las competencias que la asignatura pretende desarrollar son: Configuración y Solución de problemas, búsqueda y manejo de información, pensamiento crítico, cultura tecnológica, trabajo colaborativo.

Esta asignatura está dividida en tres módulos: en primer *Módulo de Creatividad* en el que se busca estimular el pensamiento creativo del ingeniero en formación por medio de retos que activen su imaginación y le permitan desarrollar la capacidad para estructurar respuestas innovadoras ante los problemas que se le presenten.

El segundo módulo es el *Módulo de Herramientas en Ingeniería*. Aquí los estudiantes pueden reconocer las diferentes herramientas metodológicas que permiten estructurar el proceso de solución de problemas en ingeniería e implementarlas en el desarrollo de actividades colaborativas, estructurando el pensamiento analítico y creativo del ingeniero en formación. Apropiar conceptos básicos de investigación en ingeniería mediante métodos y técnicas de búsqueda y análisis de información para la identificación de problemas y sus posibles soluciones. De igual manera, apropiarse los conceptos básicos del proceso de análisis y síntesis del problema,

identificando las necesidades, requisitos, requerimientos y criterios que permitan definir los atributos que deberá tener la solución de un problema de ingeniería.

El tercer y último es el *Módulo de Comunicación en Ingeniería* el cual busca propiciar en los estudiantes la formación de las competencias esenciales para comunicar y expresar de forma efectiva las ideas dentro y fuera de los equipos de trabajo, empleando las diferentes formas de comunicación para transmitir claramente las soluciones de problemas de ingeniería.

En este sentido, la asignatura busca que los estudiantes desarrollen proyectos de curso o Retos Creativos Colaborativos o RCC a partir de problemáticas identificadas por ellos mismos en contextos reales de su entorno y por fuera del espacio de clase, los cuales van acompañados de informes de avance, modelos físicos funcionales (o virtuales) y documentos técnicos, con el apoyo de recursos como el AULA VIRTUAL ofertada por la institución, los laboratorios, las salas de sistemas y la biblioteca de la Universidad Autónoma de Occidente.

De esta manera, la experiencia que aquí se describe, se desarrolló con estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería Biomédica en el periodo 2017-03, entre los cuales presentaron el proyecto titulado *“Rediseño de la balanza de David Werner para facilitar la movilidad en miembros superiores de pacientes adolescentes con distrofia muscular de duchenne (12 – 18 años)”*, en el que el estudiante autor relacionó, validó, evaluó, reconoció y aplicó los conocimientos y las competencias considerados por el docente para el logro de sus objetivos.

3. Descripción de la práctica pedagógica

El objetivo de aprendizaje con el desarrollo del proyecto es solucionar un problema en ingeniería de un escenario real de forma creativa y sistemática durante el semestre en curso, se espera que los estudiantes apliquen el conocimiento adquirido en la asignatura y que conozcan el perfil profesional de un ingeniero, las diferentes metodologías para abordar los problemas y las técnicas para comunicar las soluciones planteadas. Es importante anotar que, en este caso, el docente busca convocar a los estudiantes de los primeros semestres, para que ingresen al Semillero de Solución Creativa de Problemas, contribuyendo desde el inicio a la investigación formativa, la cual según Frida Díaz (2005), Doctora en Pedagogía, es considerada como un espacio para la investigación y la promoción del talento por medio de un proceso de motivación, participación y aprendizaje continuo. Por tal motivo invito a la estudiante para que continuará trabajando en el proyecto.

En este orden de ideas, durante el período 2017-03 se tomó como referencia a la estudiante Daniela Campo, de Ingeniería Biomédica de la Universidad Autónoma de Occidente quien eligió libremente para llevar a cabo el proyecto de curso una problemática existente en su entorno familiar próximo, con el fin de enfocarse en mejorar la calidad de vida de su primo, quien sufría una enfermedad huérfana conocida como Distrofia Muscular de Duchenne (D.M.D.). Desde la docencia, se realizó una intervención pedagógica, entendida como la acción intencional que desarrollan los profesores para realizar con, por y para el estudiante lo necesario en pro de su conocimiento (Tourrián, 1987), apoyando su proceso de aprendizaje y el desarrollo del proyecto.

El proyecto partió de una problemática que le permitió al estudiante desde la observación, creatividad, motivación y enseñanza del docente, iniciar un proceso de ingeniería logrando analizar y configurar un problema en un entorno real, generar alternativas de solución, evaluar y descartar dichas alternativas y finalmente comunicar la solución a implementar mediante las especificaciones de diseño; lo anterior inserta a la estudiante en el proceso de investigación formativa en el aula desde el primer semestre. Se espera que el desarrollo de esta propuesta se consolide en un prototipo funcional que facilite el mejoramiento de la calidad de vida de las personas con la enfermedad huérfana.

Frente a este panorama, la experiencia da inicio con el desarrollo de la investigación, enseñando a los estudiantes a conocer y apropiarse de las diferentes metodologías de análisis y solución de problemas en ingeniería, resaltando su importancia en el proceso formativo. Para este caso específico se aplicó la configuración de problemas y sus variables, tomando como referencia el concepto de necesidad y los diferentes métodos para llegar a solucionarlos; es así como la estudiante comenzó el proceso investigativo indagando sobre una enfermedad que afecta a 1 de cada 3,500 varones y que genera pérdida de movilidad a causa de la debilidad progresiva en los músculos, hasta ocasionar que el paciente deje de ser autosuficiente y no pueda suplir necesidades básicas como comer, afectando física sino y psicológicamente a quien la padece; de acuerdo con lo mencionado anteriormente, con la estudiante se vio indispensable la generación de una alternativa de solución viable para esta problemática.

Sobre ese contexto real, luego de analizar las variables de la problemática abordada se configuró y analizó el problema generado por la deficiencia de la movilidad corporal a causa de la Distrofia Muscular de Duchenne, haciendo énfasis en la inmovilidad de los miembros superiores en pacientes adolescentes (12 – 17 años). Para lograr esta identificación se utilizó el árbol de problemas como herramienta fundamental, permitiendo a la estudiante entender la situación en torno a la problemática central, sus causas y efectos producidos. Posterior a esto se presentaron varias alternativas de solución al caso de estudio, explicándolas mediante el Análisis Técnico de Objetos (ATO) y un boceto con la mayor cantidad de detalles posibles, para luego elegir la que mejor cumplía los criterios técnicos de evaluación propuestos. La propuesta favorecida fue “Rediseñar la balanza de David Werner con el fin de que incluya movimientos horizontales además de los verticales, de forma que facilite la movilidad de los miembros superiores del paciente adolescente con D.M.D”; la cual se llevó a cabo a través de la construcción de un modelo a escala real con materiales y características técnicas cercanas a la idea original. Cabe resaltar que para obtener dicho resultado la estudiante aplicó una metodología dividida en 4 fases descritas a continuación:

Fase 1: Identificación de la problemática: Se realizó una consulta general respecto a la enfermedad, sus antecedentes, causas y más graves consecuencias, con lo que se seleccionó el enfoque hacia los miembros superiores además de dirigir la investigación a pacientes varones entre 12 y 18 años, edades en las que se empiezan a presentar dificultades en la movilidad de los miembros superiores. Durante esta fase se tuvo en cuenta como estrategia de recolección de información el uso de datos secundarios mediante la consulta de fuentes bibliográficas confiables, logrando obtener el conocimiento necesario para llevar a cabo el rediseño de forma efectiva y dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

Fase 2: Generación y evaluación de alternativas de solución: Para esta fase se hace uso de las herramientas para la Solución de Problemas en Ingeniería, en donde el docente expone las diferentes metodologías de análisis que permiten estructurar el proceso de solución de problemas en ingeniería y su respectiva implementación. Es así como en el caso 1, después de proponer 3 alternativas de solución las cuales incluían el diseño de una ortesis como apoyo en las terapias, el desarrollo de un juego que le permita al paciente desarrollar nuevas habilidades y por último el rediseño de la balanza de madera propuesta por David Werner (Werner, 1934), se llevó a cabo la selección de la alternativa definitiva haciendo uso de la matriz de priorización de Holmes, a partir de la cual se determinó rediseñar la balanza mencionada con anterioridad. (Ver ilustración I)

ILUSTRACIÓN I
BALANZA INICIAL Y REDISEÑO PROPUESTO



Fase 3: Desarrollo de la solución: En donde se realizaron los diversos planos y bosquejos tanto físicos como virtuales de la solución, además de la creación de un modelo de estudio inicial con materiales de fácil acceso, el cual fue probado en un paciente de 18 años quien aún cuenta con fuerza para realizar movimientos horizontales (rotación) pero no movimientos verticales (flexión y extensión del brazo), logrando comprobar que efectivamente era necesaria una mejora en el diseño.

Fase 4: Ajustes y comunicación de la solución: En este caso se enseña a la estudiante a comunicar la solución identificada de una forma clara y efectiva, con adecuada expresión oral, escrita y gráfica para la documentación, sustentación ante pares académicos y desarrollo de un modelo físico o virtual que responda a las necesidades de la problemática abordada, siendo coherentes y aproximándose a la realidad profesional. A partir de lo anterior la estudiante presenta entre sus resultados un modelo funcional con la inclusión de componentes electrónicos como Arduino UNO, servomotores, etc. al modelo de madera inicial, lo que le permitirá al dispositivo realizar movimientos horizontales y verticales de forma automatizada, siendo controlados a través de un módulo bluetooth, permitiendo al paciente ser más independiente y realizar actividades como comer, escribir, dibujar, pintar, entre otros de forma cómoda. Con este último avance se logró dar cumplimiento a los objetivos propuestos inicialmente; sin embargo, estos se consideran resultados parciales, ya que se ha completado la primera fase del proyecto, pero se plantea como siguiente objetivo continuar la investigación para mejorar el dispositivo.

4. Consideraciones generales

El desarrollo de la experiencia permitió que los estudiantes en general recabaran, recordaran y fortalecieran aprendizajes previos y establecieran conexiones de estos con nuevos conceptos con el fin de plantear nuevas ideas para la solución de problemas. Replicando esta experiencia, los estudiantes no sólo aprenden, sino que además son capaces de utilizar lo aprendido de manera práctica para la transformación de su concomitamiento. Siendo esto una grata manera de iniciar su formación en ingeniería y su orientación motivacional hacia el estudio de la ingeniería.

Lo anterior se reflejó en la reflexión de la estudiante Daniela Campo de Ingeniería Biomédica, quien afirmó que:

“la metodología de enseñanza aplicada en el curso fue de suma importancia para mi formación como futura ingeniera, pues desde el primer semestre se fomenta el análisis y configuración de problemáticas reales de nuestro entorno, generando una experiencia mucho más motivante para el estudiante y acercándonos a la realidad profesional a la que nos enfrentaremos en algunos años; por otra parte la docente motiva a los estudiantes a continuar trabajando en los proyectos propuestos mediante la vinculación al semillero de investigación Solución Creativa de Problemas, demostrando su apoyo incondicional a las grandes ideas que pueden surgir”.

Entre tanto, desde el rol docente desempeñado en la experiencia se evidenció que a partir del diseño de la asignatura, su objetivo general, las competencias que desde allí se fomentan, la forma de abordar los contenidos a través de actividades, guías, consignas e indicaciones detalladas para los estudiantes, se logra fomentar un aprendizaje significativo para los ingenieros en formación, aportando a su comprensión y construcción de un nuevo conocimiento para su futuro profesional.

5. Conclusiones

La llegada a la universidad se constituye como un periodo de transición que incorpora a los estudiantes al ámbito social y académico de la institución, por lo que es un momento fundamental de la inserción a la vida universitaria. El proceso de adaptación es difícil para algunos de ellos debido a las diferentes dinámicas a las cuales se enfrentan. Sumado a esto, la Facultad de Ingeniería cuenta con nueve programas académicos, lo que refleja una masiva cantidad de estudiantes a los cuales atender en cuanto a tareas académicas y administrativas, pero también de acompañamiento para apoyar dicha adaptación.

En este orden de ideas, la universidad debe procurar estrategias que logren generar un puente entre los conocimientos construidos en el bachillerato y el nuevo conocimiento, con el propósito de garantizar, desde las estrategias de aprendizaje que se implementen, el desarrollo de la autonomía, orientar su estudio, implementar mecanismos de autoevaluación de manera que pueda identificar y medir sus fortalezas y sus necesidades de refuerzo para conseguir el éxito académico y el desarrollo de competencias requeridas en su campo profesional.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos

- ÁLVAREZ, J. (2015). *Evaluar para aprender: los buenos usos de la evaluación*. España: Universidad Complutense de Madrid.
- AUSUBEL, D. *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas 2da Ed. DÍAZ.
- ÁVILA CHAURAND, Rosario; PRADO León, Lilia; GONZALES Muñoz, ELVIA Luz.
- DÍAZ BARRIGA, Frida (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Cap 5: Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos, Ed. Trillas.
- RIVIÉRE, A. (1992). *La teoría social del aprendizaje. Implicaciones educativas*. Madrid: Alianza.
- WERNER, D. *Distrofia muscular: pérdida gradual y progresiva de la fuerza*. En *El niño campesino deshabilitado*. Hesperian guías de salud. 2013. Capítulo 10, pp. 112.

Fuentes electrónicas

- Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile". 2° edición, Universidad de Guadalajara. México. 2007. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz
- DÍAZ MANERA, Jordi. (2012, septiembre 25). "¿Qué es Duchenne?". [En línea]. Disponible en: <https://www.duchenne-spain.org/que-es-duchenne/>
- PAREDES, A. (2015). *Creatividad. ¿Quiénes y cómo deben promoverla?* Recuperado de: <http://www.neurociencias.org.ve/cont-educ-laboratorio-de-neurociencias-luz/arch-mirada-cerebro-2006/Creatividad.pdf>.
- SILVA, C.T., et al. (Setiembre, 2005). SciELO. "*Distrofia muscular de Duchenne y Becker. Una visión molecular*". [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-24482005000300005

Sobre los autores

- **Sandra Arce Guerrero** Ingeniera Mecánica, Magister en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Mecánica. Profesora. Departamento de Innovación en Ingeniería. sarce@uao.edu.co. Universidad Autónoma de Occidente.
- **Daniela Campo** Daniela Campo, Daniela Campo, Estudiante de Ingeniería Biomédica. daniela.campo@uao.edu.co Universidad Autónoma de Occidente.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)