

EL MODELO STEAM COMO ESTRATEGIA PARA EL FOMENTO DE LA CULTURA DEL PROTOTIPADO EN EL ÁREA DE BIOMECÁNICA

Martín Perico, Juana Yadira ¹

RESUMEN

El presente estudio se enfocó en la implementación de actividades formativas de investigación en el área de biomecánica, basadas en el diseño, construcción y uso de modelos prototipo, a fin de posibilitar en el estudiante la potenciación de competencias científicas, artísticas, sociales y de sostenibilidad, que lo conduzcan a repensar problemáticas actuales, establecer criterios de innovación y proponer nuevas soluciones adaptables a los recursos disponibles. El trabajo es de corte explicativo con diseño mixto. Los resultados más relevantes se relacionan con: i). el fomento de la cultura del prototipado como estrategia para la integración del conocimiento basado en la observación, la experimentación y la iteración, ii). el uso del modelado, la simulación y la construcción del artefacto como base para el desarrollo de competencias STEAM, iii). la integración de saberes acercando los conceptos de la cátedra a las necesidades del entorno, lo cual lleva a que el aprendizaje se genere en espacios más allá del aula, iv). La aplicación de estrategias didácticas en las que se posibilita que el profesor y el discente puedan aprender mutuamente, así como integrar a ese saber la institución y la comunidad.

Palabras claves: STEAM, cultura del prototipado, biomecánica

STEAM MODEL AS STRATEGY FOR PROMOTING THE CULTURE OF PROTOTYPING IN THE AREA OF BIOMECHANICS

ABSTRACT

The main purpose of this paper is the research on implementation of formative activities in the biomechanical area based on design, creating and modeling prototypes to enhance student skills on science, arts, social and sustainability, that lead him to rethink current problems, determine innovation criteria and propose new solutions using available resources. The work presented here is explanatory with mixed design. Principal results are: i) development of prototyping culture as a strategy for integration of knowledge based on observation, experimentation, and iteration, ii) Use of modeling, simulation and creation of the artifact as a base for STEAM skills development, iii) the union of knowledge getting together fundamental concepts with contextual needs which leads to significant learnings far beyond the classrooms, iv) Didactic strategies implementation making possible mutual learning between the teacher and the student, as well as, bring their learning result to the college and community.

Keywords: prototyping culture, biomechanics

¹ Ingeniera biomédica. Especialista en Instrumentación Electrónica. Magister y Doctora en Educación. Docente investigadora de la Universidad Manuela Beltrán y de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI. E-mail: juana.martin@docentes.umb.edu.co

1. Introducción

En las escuelas de ingeniería biomédica, se encuentra el componente de formación enfocado en la rehabilitación, en el que se ubica el espacio académico de biomecánica y mecanismos, el cual cimienta como disciplina, los principios de la mecánica para estudiar el efecto de la energía y de las fuerzas de la materia en sistemas vivos, a fin de comprender, inferir, modelar y proponer estrategias que potencien o mejoren las características de movimiento de seres humanos y en algunos casos de los animales (Vergara-Tam, Chinchay & Vergara-de la Rosa, 2022).

La importancia del estudio de la biomecánica, en la formación de ingenieros biomédicos, alude a que esta área ha contribuido históricamente en el desarrollo de la ciencia y la investigación, en la que se identifican matices de transdisciplinariedad, donde se hace necesaria la integración y aplicación de las ciencias matemáticas, los principios físicos, la fisiología y las metodologías propias de la ingeniería (uso de software especializado, equipos, instrumentos, entre otros), así como aquellos avances en los métodos experimentales y la experticia en el uso de la instrumentación para entender y resolver problemas (Consuegra, Falla & Caicedo, 2020; Villa, Díaz, & Urgilés, 2013).

Así mismo, esta área del conocimiento posibilita el desarrollo de modelos de los sistemas del cuerpo humano, como el musculoesquelético, el respiratorio, el cardiovascular y el cardiopulmonar, de otro lado, propende por el desarrollo de dispositivos para mejorar u optimizar actividades cotidianas, el deporte, las condiciones de los puestos trabajo, la rehabilitación física, la implementación de cirugía ortopédicas, así como, el desarrollo de prótesis y órtesis (Sancho-Bru, & otros, 2018).

En este sentido, la didáctica de la biomecánica es un área en desarrollo que privilegia esfuerzos en pro de su enseñanza-aprendizaje. Algunas investigaciones (Martín & Garibello, 2020; Muñoz et al., 2019), han permitido identificar dificultades centradas en el proceso de enseñanza (estructura curricular, recursos disponibles y uso asertivo de los mismos), en el docente (limitada apropiación de estrategias adecuadas para el área y escaso conocimiento del entorno práctico profesional) y en el estudiante (métodos de estudio, preconceptos, escasa habilidad para analizar e inferir desde una base científica, uso de instrumentos, entre otros).

De otro lado, la biomecánica por ser un área transversal requiere del uso, relación y apropiación de conceptos para poderla comprender, sin embargo, en los escenarios universitarios, uno de los problemas que más afectan a los estudiantes, es la manera fragmentada como les llega el conocimiento. Si bien existen experiencias académicas y trabajos de investigación que dan cuenta de algunos intentos por articular las diversas áreas (Guerra & Montenegro, 2017; Montoya & García, 2018), aún es el discente quien tiene que buscar las estrategias para integrar lo que aprende, esto debido a que los diseños curriculares aún poseen en muchos de los casos, una estructura segmentada que imposibilita establecer efectivamente las relaciones universidad-entorno profesional.

Sumado a lo anterior, se evidencia una débil relación entre educación, competencias científicas, el concepto de ciudadanía, competencias humanas y el mundo laboral (Oyarce et al., 2020), lo cual se deriva de la tendencia recurrente del sistema a transferir contenidos, dejando de lado aquellas metodologías que se desarrollen en virtud de preguntas integradas y problémicas, lo cual hace menos competente al estudiante y futuro profesional.

En este sentido, aunque en las clases de biomecánica se trabajan proyectos y laboratorios, no se fomenta y desarrolla una verdadera cultura del prototipado, propia de los modelos de integración del conocimiento, que llevan a los ingenieros a ser competentes en los procesos de innovación, lo que conduce al desinterés y bajo rendimiento académico; así como a la desmotivación, en muchos casos, de los docentes

Lo expuesto anteriormente, da sentido al desarrollo del presente proyecto, puesto que se evidencia la necesidad de proponer estrategias que acerquen a los ingenieros biomédicos en formación a escenarios de aprendizaje tendientes a desarrollar habilidades para el diseño, desarrollo y construcción de artefactos (físicos, digitales y de proceso), que den respuesta asertiva, integrada y pertinente, a las necesidades reales de su profesión. Por lo cual, se plantea como objetivo, implementar el modelo STEAM como estrategia para el fomento de la cultura del prototipado en el área de biomecánica en escuelas de ingeniería.

Por ello, para crear los prototipos, una de las estrategias es el desarrollo de proyectos ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), que se entiende como una estrategia que favorece el pensamiento crítico y las habilidades de solución de problemas junto con el aprendizaje de áreas integradas a través del uso de situaciones o problemas del mundo real (González et al., 2018).

De acuerdo con lo anterior, el desarrollo de prototipos, bien sean físicos, software o de proceso, se basa en la aplicación de 3 pasos fundamentales, la observación (revisión de fenómenos o situaciones basados en necesidades), la experimentación (se da el uso del conocimiento en la estructuración de una solución a las problemáticas observadas acorde a las necesidades del entorno y las posibilidades del estudiante para resolverlas) y la iteración (fase en la que el estudiante revisa el prototipo para optimizarlo y poder implementarlo). Esta estrategia de aprendizaje vincula diferentes áreas del saber con elementos como el diseño, la construcción y la innovación.

En consecuencia, desde el punto de vista pedagógico, una de las alternativas más viables para potenciar el aprendizaje integrado a través del desarrollo de prototipos, la constituye el modelo STEAM por sus siglas (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics), cuya finalidad es buscar temáticas comunes entre las áreas, para enseñarlas en forma integrada y así potenciar en los estudiantes habilidades y competencias que los lleven a comprender las diversas problemáticas del entorno y sus posibles soluciones (Khine & Areepattamannil, 2019). El modelo constituye un conjunto de métodos innovadores y alternativos de enseñanza y aprendizaje, que involucra:

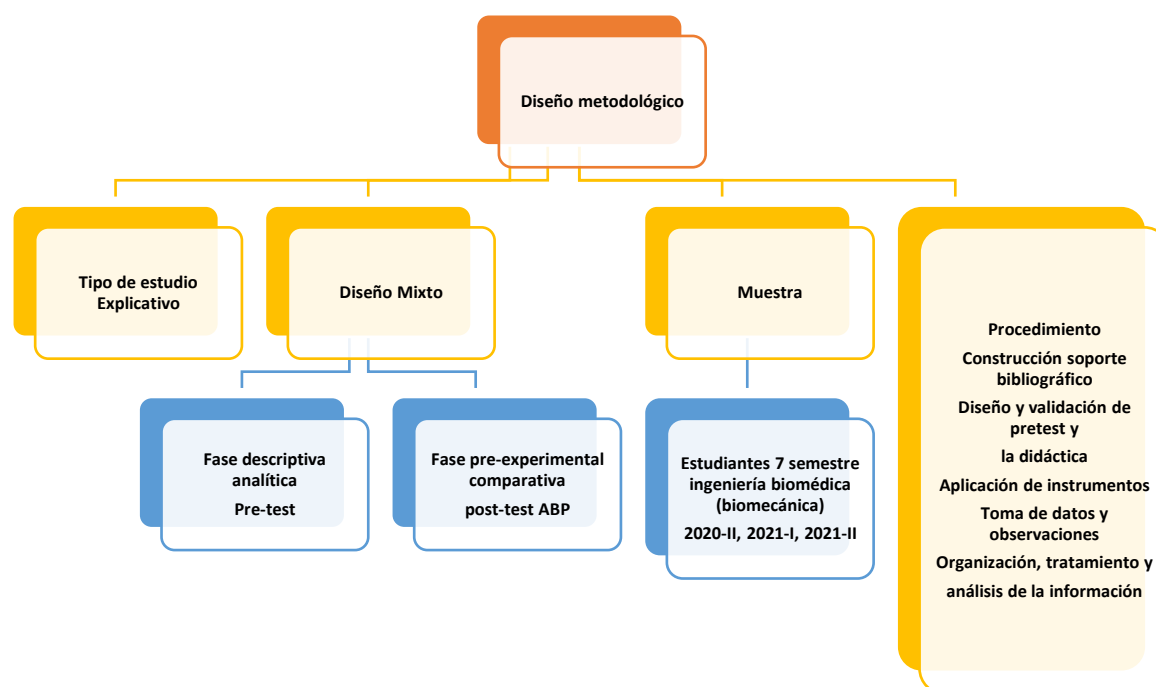
ejecución de proyectos, realización de prácticas de laboratorio y uso de herramientas tecnológicas.

2. Metodología

La metodología sugerida para la presente investigación se consolidó en el diagrama expuesto en la Figura 1, donde se nombran los aspectos más relevantes que la caracterizan: tipo de estudio, el método y las fases de desarrollo que hicieron posible su realización.

Figura 1.

Sistematización del diseño metodológico.

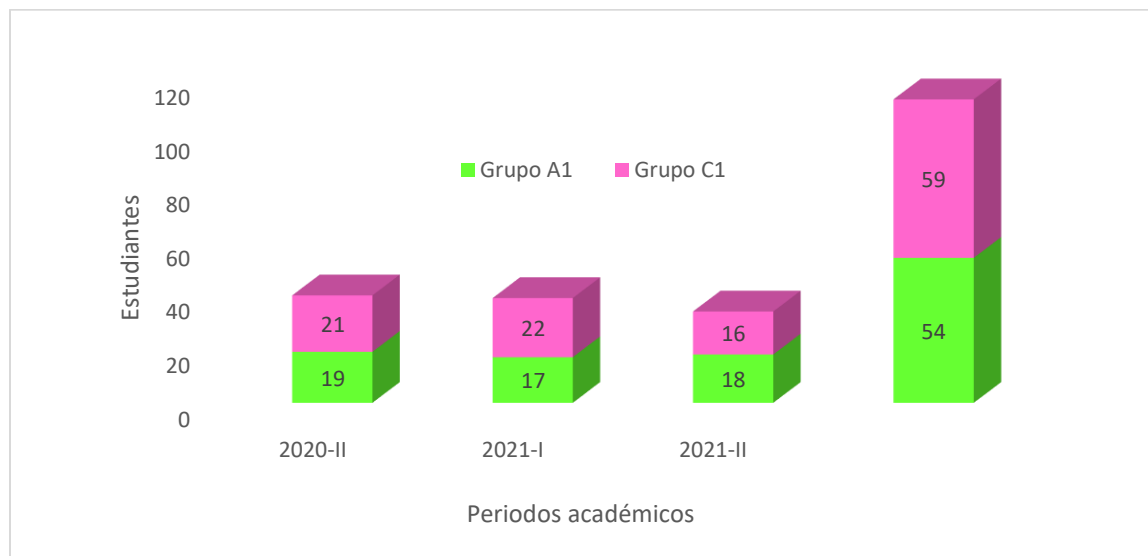


El estudio es de tipo explicativo, ya que tiene como propósito encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos y en qué condiciones suceden (Toscano, 2018), para el caso particular se pretendió establecer si al implementar el modelo STEAM como estrategia didáctica, se logra fomentar la cultura del prototipado en el área de biomecánica, en una escuela de ingeniería de la ciudad de Bogotá. El método empleado se refirió al mixto en dos fases, la primera descriptiva-interpretativa (aplicación de pre-test de conocimientos sobre diseño y desarrollo de prototipos, primer mes del semestre) y la segunda experimental (tratamiento y post-test a través del desarrollo de proyectos, basados en la metodología STEAM-ABP, mes dos a cuatro del semestre académico).

Se contó con la participación de 113 estudiantes inscritos en el espacio académico de biomecánica y mecanismos, del programa de ingeniería biomédica, de la jornada diurna identificada con A1 y de la jornada nocturna, identificada con C1, distribuidos así:

Figura 2.

Población objeto de estudio



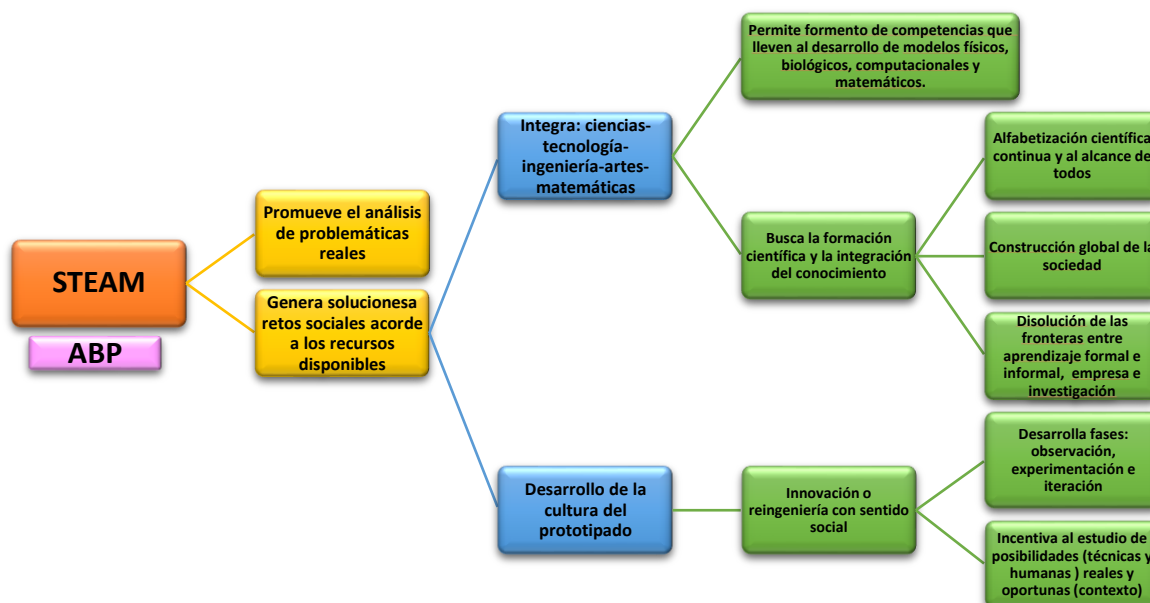
El procedimiento llevado a cabo para el desarrollo del proyecto se dividió en 7 fases: 1). *Construcción soporte bibliográfico*, en la que se establecieron los fundamentos teóricos y metodológicos para el estudio, así como su análisis e interpretación, 2). *Diseño del pretest*, dada la fundamentación de STEAM, se establecieron los criterios para determinar la integración del conocimiento ancladas a las habilidades del prototipado, 3). *Diseño de la didáctica STEAM-ABP*, se estableció el desarrollo de un proyecto de diseño basado en la metodología que permitiera potenciar las habilidades del desarrollo del prototipo, 4). *Validación de pruebas*, se contactaron 4 pares expertos para validar los instrumentos, se usó como método de análisis el coeficiente CVR, 5). *Aplicación del pretest y postest*, la prueba inicial se aplicó durante el primer mes del semestre, el postest que corresponde a la implementación de la didáctica se aplicó a los 3 meses siguientes en cada uno de los grupos, 6). *Análisis de la información*, se revisaron los resultados de la preprueba y las evaluaciones parciales del desarrollo del proyecto para cada semestre académico y cada grupo, 7). *Interpretación y trabajos futuros*, en esta fase se establecieron los comparativos por semestre y globales, para establecer similitudes, diferencias y contribuciones.

3. Resultados

Los resultados del estudio se organizaron de acuerdo con los objetivos específicos planteados; el primero, referido a caracterizar la enseñanza-aprendizaje de la biomecánica desde el modelo educativo STEAM como estrategia para incentivar la cultura del prototipado a través del desarrollo de proyectos. La revisión teórica, las investigaciones consultadas y el análisis de relaciones entre las temáticas, permitieron establecer las categorías que llevan a potenciar el aprendizaje STEAM como estrategia para el fomento de la cultura del prototipado en estudiantes de ingeniería, como se muestra en la figura 3:

Figura 3.

Relaciones de categorías de análisis



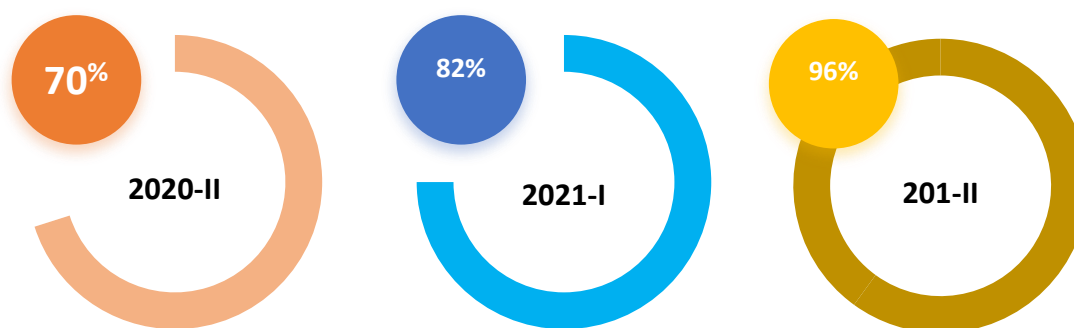
Luego de puntualizar las relaciones entre modelo STEAM, prototipado y ABP, se establecieron las rutas para desarrollar el proyecto como didáctica en los cursos de biomecánica, en los periodos 2020-II, 2021-I y 2021-II, Para la ejecución del proyecto se elaboró y validó una guía de proyecto integrador. La conformación de los grupos (2 o tres integrantes) de investigación fue libre, por afinidades personales y académicas. Para el seguimiento del trabajo, se establecieron metas mensuales, la primera fundamentación teórica y delimitación de la situación problema, el segundo planteamiento de objetivos y metodología de trabajo, la tercera desarrollo y la cuarta exposición del artículo resultado de investigación en formato IEEE y prototipo (físico o digital).

El segundo resultado, tienen que ver con evaluar si al aplicar el modelo educativo STEAM como estrategia didáctica, se logra incentivar la cultura del prototipado. Para dar respuesta a este objetivo se establecieron las categorías de análisis referidas a participación, desempeño académico, elaboración de escrito resultado de investigación y presentación del prototipo.

Participación: para el estudio, se define como aquellas acciones que ejecuta el estudiante, relacionadas con la interacción, la respuesta a inquietudes, el asumir posturas, reconocer sus fortalezas y debilidades, así como las de sus compañeros (Molini & otros, 2018), también involucra la ejecución de tareas desarrolladas en el aula o en el caso de la virtualidad las tareas (síncronas y asíncronas). Los datos registrados permitieron determinar que al implementar la estrategia del año 2020-II al 2021-I se incrementó la participación asertiva en un 12% y para el año 2022-II un 14%. Las razones que los estudiosos manifestaron se relacionaron con incremento del interés por aprender (51%), motivación al salir de la rutina (35%), crear e innovar es importante para formar ingenieros (14%).

Figura 4.

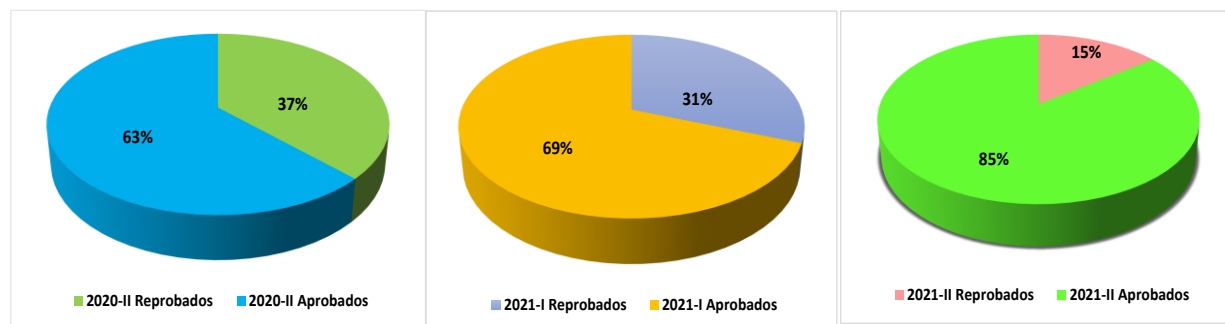
Categoría participación



Desempeño académico: esta categoría se entiende como el grado de logro de las metas educativas (aprendizajes, interacciones, desempeños) que están planteadas en el curso de biomecánica (Martín, 2019), y que se evaluaron a través de indicadores de corte transdisciplinar. Los análisis muestran que al llevar a cabo el estudio del año 2020-II al 2021-I se disminuyó la reprobación académica en un 6,7% y del 2021-I al 2021-II del 16,1%, lo cual se atribuye a una mejora en indicadores como: Evaluaciones de ejecución asociadas al desarrollo de proyecto en los ítems de informes parciales (20%), laboratorios (30%) y presentación de resultados (modelo) 50%. Las comparaciones año a año se puntualizan en la figura 5.

Figura 5.

Comparativo de desempeños académicos

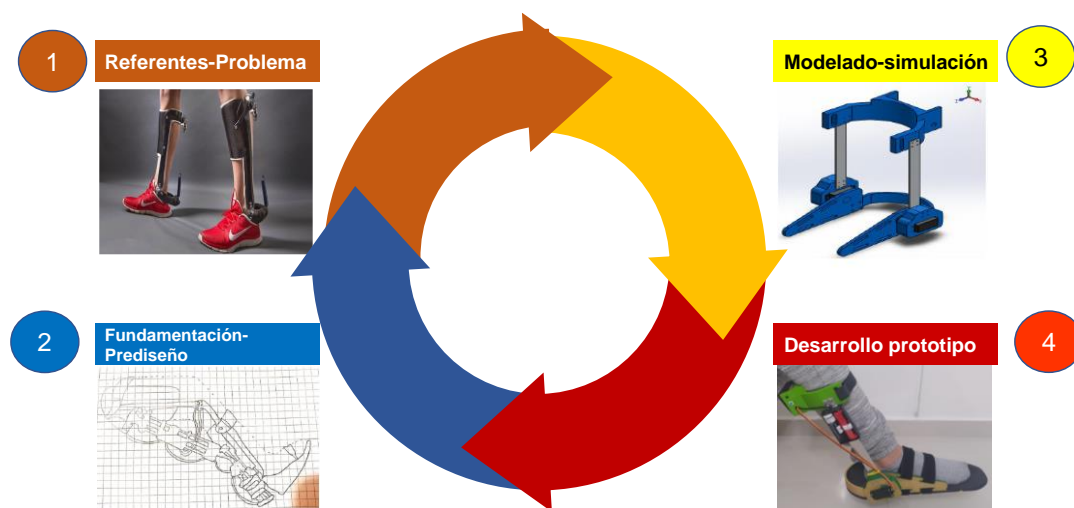


Elaboración de escrito resultado de investigación: entendida para el estudio como el rigor en la escritura científica enmarcada en redacción, respeto por el derecho de autor, uso de fuentes, estructuración de una metodología acorde al modelo STEAM y la cultura del prototipado, capacidad de inferencia, análisis y síntesis, así como el uso de normas IEEE. En este ítem, de los 32 escritos recibidos durante 2020-II y 2021-II, se enviaron a eventos académicos siete artículos para inclusión en memorias con ponencia de socialización y dos artículos fueron publicados en revista científica reconocida.

Presentación del prototipo: en esta categoría se establecieron los criterios de innovación, uso de materiales disponibles, factor de seguridad del usuario (estudio de análisis biomecánico), pruebas de iteración, apariencia física del modelo y manual de usuario. Cada grupo basado en un problema siguió los siguientes pasos (ver Figura 6).

Figura 6.

Secuencia del prototipado



Como valor agregado, de los proyectos desarrollados en el espacio académico de biomecánica, se desarrollaron 4 proyectos de grado en la línea de biomecánica y rehabilitación, en los que los prototipos se elaboraron bajo la técnica de impresión 3D. Estos fueron donados al Centro Iberoamericano de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CIAPAT), ubicado en Bogotá, Colombia.

Con respecto al último objetivo referido a contribuir en la innovación de didácticas emergentes para la enseñanza-aprendizaje de la biomecánica, se lograron aspectos importantes como: a). estructurar a través de las reuniones de área y los comités de programa didácticas innovadoras que propendan por fomentar la cultura de la investigación en el aula anclando STEAM+cultura del prototipado+APB, b). incentivar por medio de guía de proyecto, tareas, laboratorios e informes, la creatividad, la observación y la iteración como estrategia de aprendizaje, c). conducir al estudiante a reconocer problemáticas de su entorno, plantear rutas de solución y llevar a cabo un proyecto que de cuenta del proceso.

4. Discusión

Para implementar la estrategia se hizo necesario establecer las condiciones de búsqueda de las investigaciones que han enfatizado en la didáctica de la biomecánica, lo cual evidenció que esta área ha sido poco explorada, dado que las contribuciones suelen ser en su mayoría experiencias de aula, que no han sido suficientemente documentadas, en este sentido, la revisión llevó a crear una estructura de relaciones de tipo conceptual y metodológico, innovadoras y pertinentes para el actual estudio, así: el modelo de educación STEAM (integración del conocimiento), la cultura del prototipado (base de innovación y desarrollo) y el ABP (relación con el entorno y construcción de soluciones dadas las posibilidades reales), lo cual conformó una estrategia emergente de aprendizaje, propicia para la enseñanza del área, en escuelas de ingeniería biomédica.

Sumado a lo anterior, los criterios establecidos para evaluar la pertinencia de la didáctica se basaron en las necesidades identificadas en las experiencias docentes en la enseñanza-aprendizaje de la biomecánica y las recomendaciones de los pares expertos, relacionadas con estructura curricular, contenidos, recursos, metodologías y criterios de evaluación, que se relacionaron con cuatro aspectos: participación, desempeño académico, elaboración de escrito resultado de investigación y presentación del prototipo. Es importante aclarar que la didáctica también tuvo en cuenta aspectos indirectos, pero no menos importantes como formación del profesor y sus intereses para perfeccionar la cátedra.

Para la categoría de participación de los estudiantes en el proceso, esta no se relaciona únicamente con la asistencia y la ejecución de tareas, se considera trascendente el uso de su autonomía como motor para participar activamente en un espacio académico, en el que es protagonista de su propio aprendizaje, al plantear un reto investigativo con el que puede interactuar convenientemente con sus pares, exponer ideas concretas

y fundamentadas ante el profesor y socializar un producto final en el que plasma su saber científico, su comprensión de la realidad y sus habilidades humanas (cooperación, liderazgo, respeto, beneficencia, entre otros).

En cuanto al desempeño académico, la experiencia muestra una disminución procesual de la reprobación, que no se da de forma instantánea, ni total, lo cual obedece a diversos factores como: a) el proceso exige del estudiante una dedicación mayor en términos de horas de estudio, capacidad análisis y habilidades para ejecutar acciones acordes a la planeación, b). demanda autocontrol, planificación y responsabilidad, c). conduce a estudiar escenarios anclados a la realidad donde las problemáticas son caóticas y cambiantes, lo cual hace más complicada su comprensión y desarrollo.

En lo relacionado con la elaboración de escrito resultado de investigación, suele ser una de las tareas más difíciles para los discentes, puesto que los reta a la revisión sistemática de información y el uso de tecnologías en las que debe decantar responsablemente el saber general del científico, además los desafía a emplear un lenguaje fluido, técnico y formal, también los lleva a aplicar las normas de la ética social (respeto, tolerancia) y de la ética investigativa (respeto por el derecho de autor y protocolos de investigación), sumado a esto les marca una ruta en la que deben aplicar normas de escritura de fondo y forma.

Este escrito se inicia con un borrador que relaciona aspectos como el planteamiento del problema, las bases teóricas, la metodología a emplear y los recursos a usar acorde a las posibilidades reales de solución, cuando éste documento inicial es analizado (docente-grupo de investigación), se somete a ajustes y luego si se formaliza el escrito, esto permite mejorar la calidad de forma y contenido, así como orientar a los estudiantes para que puntalicen los conceptos integrados de forma coherente, propicia y asertiva, con lo cual no malgastan ni esfuerzos, ni recursos y darán un sustento científico a su trabajo.

La elaboración del artículo también tiene otra finalidad, constituir el plan de desarrollo del prototipo, siguiendo las fases de *observación*, en el que se analiza el problema y se propone su solución en términos de posibilidades reales, la teoría revisada y los fundamentos biomecánicos, luego se hace un esbozo en papel, bien sea del prototipo físico o del diagrama de flujo del programa a desarrollar, posteriormente se continúa con la fase de *experimentación* en la que con los materiales y fases planeadas, se dibuja el esbozo en papel, se revisa, se mejora y luego se lleva al simulador, en el que se analizan los fundamentos teóricos y los cálculos para garantizar el funcionamiento del sistema y las pruebas de (seguridad, efectividad), finalmente se pasa a la fase de construcción/iteración en la que se construye el modelo físico, se revisa y se va perfeccionando, con la asesoría del profesor.

En lo que se refiere a la presentación del prototipo, esta se realizó a modo de feria empresarial, ante dos jueces externos, con experiencia docente y empresarial, el estudiante expone su diseño, haciendo énfasis en: título del prototipo, uso en términos de la problemática, explicación del algoritmo de funcionamiento y dificultades/fortalezas

encontradas en la investigación. Con este ejercicio, el estudioso hace uso del lenguaje técnico y formal investigativo, explica los aspectos que los jueces no comprenden, responden a retos, sugerencias y aportes que les hacen los evaluadores.

Finalmente, la evaluación del proyecto no se da en la presentación final, esta es procesual, informes y avances parciales e intervención, final, con lo que el estudiante puede perfeccionar su técnica, apropiar conceptos para efectuar ajustes y atender a las recomendaciones tanto del sector educativo, como del sector productivo.

5. Conclusiones

Los nuevos retos sociales humanos, invitan a los docentes y a todos los actores educativos, a diseñar nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje destinados a potenciar la vocación científico-tecnológica no solo de los estudiantes de ingeniería biomédica, sino de todos los niveles educativos y profesiones, dotándoles de las competencias (sociales, científicas y humanas) y las habilidades (comunicación, cooperación, liderazgo, motivación, paciencia, entre otras.) necesarias para comprender el mundo, resolver problemas reales y afrontar los retos que puedan presentarse en el futuro.

La integración del modelo educativo STEAM, sumado a la cultura del prototipado el desarrollo de proyectos bajo la metodología ABP, posibilita en el estudiante, la toma de decisiones, la consecución de conocimientos transdisciplinarios fomenta el aprendizaje integrado e incentiva el factor creativo, lo cual conduce al desarrollo del pensamiento crítico.

Así mismo, esta relación de categorías motiva a los estudiantes a analizar temas de su interés particular, con lo que genera preguntas problematizadoras que expone al profesor, con que traza un camino para construir conocimiento emergente, también, es un escenario para que el estudioso, se motive a participar y trabajar de manera activa, para plantear, desarrollar y evaluar proyectos tendientes a la innovación con sentido social.

Para que este tipo de estrategias tengan éxito, es indispensable la incorporación de las diferentes tecnologías de la información (TIC -TAC), puesto que, si se usan responsablemente, conducen al desarrollo de competencias que incrementan las habilidades cognitivas y disciplinares de los estudiantes, así como las habilidades investigativas, al potenciar el aprendizaje grupal y la creación del conocimiento (análisis y la comprensión).

Como valor agregado, la experiencia permitió establecer aspectos colaborativos relacionados con la libertad que se le dio al estudiante de conformar sus grupos de investigación, acorde a sus afinidades intereses y habilidades, así como, de su entorno, para llegar a identificar situaciones problemáticas cotidianas, para las que plantearon soluciones acorde a los referentes teóricos, a los recursos disponibles, a los intereses

profesionales y a la aplicación de conceptos de la biomecánica, integrados con otros saberes (modelos: físicos-matemáticos-fisiológicos, las patologías humanas, etc.).

Es importante puntualizar que el perfeccionamiento de la didáctica propuesta requiere: a). tanto de tiempo como de réplicas, en las que se evalúen las fortalezas y aspectos a mejorar en el quehacer académico, b). este tipo de prácticas exige un mayor compromiso por parte del docente en términos de elaboración de material, preparación y seguimiento del trabajo del estudiante, lo cual hace más lento el proceso, c). requiere de una autonomía universitaria en la que el profesor pueda proponer escenarios de aprendizaje en el que el protagonismo no se sesgue en el estudiante, sino que sea también un espacio para su calificación y autoaprendizaje.

Referencias

- Araque Henao, L. E., & Muriel Patiño, C. D. (2018). Diseño y prototipado de una plataforma robótica educativa de manipuladores.
- Didáctica de la Biomecánica: Cimientos para la construcción de una nueva Didáctica Específica. *Revista Argentina de Educación Superior*, (19), 108-122.
- Gonzalez, M., de Hurtado, M. C. G., Ramirez, M., Ferrer, R., Hurtado, C., Castillo, A. R., & Finol, W. (2018). Modelo de relaciones funcionales entre la práctica pedagógica y generación de conocimiento científico. Estrategias didácticas. *Revista de Educación*, (13), 127-141.
- Guerra, P., & Montenegro, H. (2017). Conocimiento pedagógico: explorando nuevas aproximaciones. *Educação e Pesquisa*, 43, 663-680.
- Khine, M., & Areepattamannil, S. (2019). Steam education. *Cham: Springer*.
- Martín, J. Y. (2019). Aprendizaje transdisciplinar de las ciencias matemáticas mediado por realidad aumentada en programas de Ingeniería. *Recuperado de https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/116_34_15117*.
- Martínez Barrios, P., Consuegra Solano, E., Falla Barrantes, S. A., & Caicedo Consuegra, L. (2020). Estrategias de innovación y mejora curricular en la Educación Superior.
- Martín-Perico, J. Y., & Garibello-Suan, B. (2019). Experiencia pedagógica para la enseñanza de la biomecánica mediada por software en escuelas de ingeniería biomédica. *Virtu@lmente*, 7(2).
- Moliní Fernández, F., & Sánchez González, D. (2019). Fomentar la participación en clase de los estudiantes universitarios y evaluarla. *Red U: revista de docencia universitaria*.
- Montoya, D. L., & García, R. A. G. (2018). El enfoque praxeológico, articulación entre conocimiento, práctica Y transformación social. *Ratio Juris*, 13(26), 115-143.
- Oyarce, R. R., Muñoz, C. R. H., Valderrama, N. L. M., & Valqui, P. C. (2020). Desarrollo de competencias personales y sociales para la inserción laboral de egresados universitarios. *Revista de ciencias sociales*, 26(2), 250-258.
- Sancho-Bru, J. L., Vergara, M., García-Ortiz, J. V., & Gracia-Ibáñez, V. (2018). Libro de Resúmenes de la VIII Reunión del Capítulo Español de la Sociedad Europea de Biomecánica.5

Toscano, F. (2018). *Metodología de la Investigación*. U. Externado de Colombia.

Vergara-Tam, J., Chinchay-Vergara, M., & Vergara-de la Rosa, E. (2022). Ingeniería biomédica en ciencias de la salud: una necesidad lectiva que surge ante la COVID-19. *Investigación en Educación Médica*, 11(41), 103-106.

Villa, A. C., Díaz, M., & Urgilés, F. (2013). Investigación en el área de la biomecánica retos y perspectivas en el Ecuador.