

ESBOZO DE PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
ASIGNATURA CIENCIA DE LOS BIOMATERIALES MEDIANTE LA
ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE BASADA EN PROYECTOS
Y LA INVESTIGACIÓN ACCIÓN EN LA FORMACIÓN DEL PROFESIONAL DE
INGENIERÍA METALÚRGICA

FRANCY CATALINA GARCÍA RUEDA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA (CEDEDUIS)
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
BUCARAMANGA
2016

ESBOZO DE PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
ASIGNATURA CIENCIA DE LOS BIOMATERIALES MEDIANTE LA
ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE BASADA EN PROYECTOS
Y LA INVESTIGACIÓN ACCIÓN EN LA FORMACIÓN DEL PROFESIONAL DE
INGENIERÍA METALÚRGICA

FRANCY CATALINA GARCÍA RUEDA

Trabajo monográfico para optar al título de:
Especialista en Docencia Universitaria

Director
Adriana Rocío Lizcano Dallos
Magister en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA (CEDEDUIS)
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
BUCARAMANGA
2016

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1. CONTEXTO | 14 |
| 1.1 GENERALIDADES SOBRE LA CIENCIA DE LOS BIOMATERIALES | 15 |
| 1.2 ESTUDIO ESTADÍSTICO MUNDIAL SOBRE EL DESARROLLO DE BIOMATERIALES [1998-2002] Y ESTUDIOS INTERNO DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN EN INGENIERÍA METALÚRGICA [2010-2014] | 16 |
| 1.3 PAPEL DEL DOCENTE MEDIADOR | 18 |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O SITUACIÓN A ANALIZAR | 20 |
| 2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 21 |
| 3. ANTECEDENTES | 24 |
| 3.1 PRIMER ANTECEDENTE | 24 |
| 3.2 SEGUNDO ANTECEDENTE | 25 |
| 3.3 TERCER ANTECEDENTE | 26 |
| 3.4 CUARTO ANTECEDENTE | 27 |
| 3.5 QUINTO ANTECEDENTE | 28 |
| 4. DEFINICIONES OPERACIONALES | 30 |
| 4.1 APRENDIZAJE DE DIVERSOS CONTENIDOS CURRICULARES..... | 30 |
| 4.1.1 Contenidos Declarativos | 30 |
| 4.1.2 Contenidos Procedimentales | 30 |
| 4.1.3 Contenidos Actitudinales | 31 |
| 4.2 ENFOQUE SOCIO-CONSTRUCTIVISTA | 32 |
| 4.3 COMPETENCIAS | 33 |
| 4.4 ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE | 34 |
| 4.5 ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE BASADA EN PROYECTOS | 34 |
| 4.5.1 Lineamientos de Aprendizaje Basado en Proyectos | 35 |
| 4.6 INVESTIGACIÓN CUALITATIVA | 35 |

| | |
|--|----|
| 4.7 INVESTIGACIÓN ACCIÓN | 36 |
| 4.8 VALIDEZ INTERNA | 37 |
| 4.9 PRINCIPIOS ÉTICOS | 38 |
| 5. ANÁLISIS | 39 |
| 6. PROPUESTA | 44 |
| 6.1 PLANTEAMIENTO DE COMPETENCIAS | 44 |
| 6.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN EN EL AULA | 44 |
| 6.2.1 Fases Para el Desarrollo de la Propuesta | 45 |
| 6.2.2 Participantes | 46 |
| 6.2.3 Técnicas de Recolección y Registro de Datos | 46 |
| 6.2.4 Proceso de Análisis | 50 |
| 6.2.5 Cronograma de Actividades | 50 |
| 6.3 EJEMPLO DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA | 51 |
| 7. CONCLUSIONES | 55 |
| 8. RECOMENDACIONES | 56 |
| BIBLIOGRAFÍA | 57 |
| ANEXOS | 60 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Pág. |
|-----------|---|------|
| Figura 1. | Esquema conceptual de la asignatura ciencia de los biomateriales | 47 |
| Figura 2. | Esquema procedimental y actitudinal de la asignatura ciencia de los biomateriales | 48 |
| Figura 3. | Figura 3. Cronograma de actividades para la investigación | 51 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Diseño de la Unidad didáctica | 51 |

LISTA DE ANEXOS

| | | Pág. |
|----------|--|------|
| Anexo A. | Competencias declarativas con sus respectivos criterios de evaluación y evidencia | 60 |
| Anexo B. | Competencias procedimentales con sus respectivos criterios de evaluación y evidencia | 64 |
| Anexo C. | Competencias actitudinales con sus respectivos criterios de evaluación y evidencia | 67 |
| Anexo D. | Programa actual de la Asignatura Biomateriales-electiva | 71 |

RESUMEN

TITULO: ESBOZO DE PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA CIENCIA DE LOS BIOMATERIALES MEDIANTE LA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE BASADA EN PROYECTOS Y LA INVESTIGACIÓN ACCIÓN EN LA FORMACIÓN DEL PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA.*

AUTOR: GARCÍA RUEDA, Francy Catalina.**

PALABRAS CLAVES: Estrategia de Enseñanza y Aprendizaje Basada en Proyectos, Investigación Acción, Competencias, Formación Integral, Docente Mediador.

DESCRIPCIÓN: El presente esbozo de propuesta plantea elementos y experiencias de formación integral que incentivan la labor mediadora del docente, la implementación de estrategias de enseñanza y aprendizaje y la investigación acción en la asignatura Ciencia de los Biomateriales que hace parte del programa de formación en Ingeniería Metalúrgica que ofrece una institución de Educación Superior Pública. Como primer componente del esbozo de propuesta, se propone la integración del componente pragmático y actitudinal a la asignatura Ciencia de los Biomateriales y el respectivo desarrollo de las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales que enriquecen el perfil profesional del Ingeniero Metalúrgico en los campos de desempeño académico, investigativo e industrial; como segundo componente se plantea la inclusión de la estrategia de Enseñanza y Aprendizaje Basada en Proyectos que ha demostrado a través de diversos antecedentes investigativos óptimos resultado en el área de las ingenierías y también la implementación de la Investigación Acción como metodología para el desarrollo de la propuesta; finalmente, como tercer componente se elabora el diseño de una unidad didáctica referida *Las Técnicas de Caracterización y Evaluación de Biomateriales* que sirve de guía para una mejor planeación y desarrollo de los temas de clase. De esta manera, se pretende promover los procesos de enseñanza y aprendizaje en un contexto específico de intervención en formación de ingenieros.

* Trabajo Monográfico

** Ingeniera Metalúrgica. Centro para el desarrollo de la docencia CEDEDUIS. Directora: Adriana Rocío Lizcano Dallos Magister en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación.

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL OUTLINE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SUBJECT BIOMATERIALS SCIENCE THROUGH TEACHING AND LEARNING STRATEGY BASED PROJECTS AND RESEARCH-ACTION IN THE FORMATION OF PROFESSIONAL ENGINEERING METALÚRGICA.*

AUTHOR: GARCIA RUEDA, Francy Catalina.**

KEYWORDS: Teaching and Learning Strategy project-based Action Research, Competences Integral Formation Teaching Mediator.

DESCRIPTION: This outline proposal raises elements and experiences comprehensive training that encourage mediation of teachers, implementation of Strategies for Teaching and Learning and Action Research in the subject Biomaterials Science which is part of the training program in Metallurgical Engineering, It is offering a public higher education institution. As the first component of the outline proposal, the integration of pragmatic and attitudinal component to the subject Biomaterials Science and the respective development of conceptual, procedural and attitudinal skills that enrich the professional profile of Metallurgical Engineering in the fields of academic performance it is proposed , research and industrial; as a second component including the Strategy for Teaching and Learning Based on Projects has demonstrated through various research backgrounds optimal results in the area of engineering and the implementation of the Action Research as methodology for the development of the proposal raises ; finally, as a third component design of a didactic unit referred Techniques Characterization and Evaluation of Biomaterials that is useful guide for better planning and development of class issues is developed. Thus, it is intended to promote the teaching and learning in a specific context of intervention in education of engineers.

* Trabajo Monográfico

** Ingeniera Metalúrgica. Centro para el desarrollo de la docencia CEDEDUIS. Directora: Adriana Rocío Lizcano Dallos Magister en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación.

INTRODUCCIÓN

Resulta de gran importancia abordar las tendencias actuales de investigación, como un paso crucial en la contribución del progreso de la humanidad, por tal razón se plantea la Ciencia de los Biomateriales como una asignatura que debe ser estudiada con gran énfasis desde el programa de pregrado en Ingeniería Metalúrgica de una Institución de Educación Superior Pública, con el fin de ofrecer una formación en este campo a los futuros ingenieros metalúrgicos, al considerar la relación directa con el desarrollo de nuevos materiales y la promoción de la salud.

De igual manera, resulta pertinente brindar los conocimientos y competencias necesarias desde la actividad formativa, implementar las estrategias de enseñanza y aprendizaje adecuadas e investigar en el aula, para mejorar los procesos de formación del estudiante de Ingeniería Metalúrgica y favorecer su desempeño en los proyectos de grado, la vinculación a la industria, el acceso a los programas de posgrado y la investigación que gira en torno al área de los biomateriales.

Mediante el presente trabajo monográfico se presenta un esbozo de propuesta para integrar como primera instancias los componentes declarativos, procedimentales y actitudinales que propender por la formación integral de los ingenieros metalúrgicos; y como segundo componente, se plantea la investigación en el aula sobre el desarrollo de los contenidos a través de la estrategia de enseñanza y aprendizaje basada en proyectos de la asignatura Ciencia de los Biomateriales.

Para el logro de estos propósitos, se hace la respectiva contextualización de la situación, el planteamiento de la problemática para definir la pregunta de investigación que orienta el desarrollo de la propuesta; también, se revisan los antecedentes que involucran ejemplos de aplicación y mejoramiento de la enseñanza a través de la inclusión de las clases prácticas y se revisan algunas

definiciones operacionales frente a las cuales se fundamenta el esbozo de propuesta; finalmente, se desarrolla el respectivo análisis de los elementos considerados para elaborar una propuesta que responda a la situación y las necesidades mencionadas.

1. CONTEXTO

Como parte del programa de formación de una Institución de Educación Superior pública cuyo nombre se mantiene confidencial por principios éticos, se ofrece el pregrado en Ingeniería Metalúrgica y dentro del plan de estudios se incluye la Ciencia de los Biomateriales como asignatura de carácter electivo, con 3 horas de trabajo en clase de manera teórica. Actualmente el plan de estudios del programa de Ingeniería Metalúrgica¹ comprende principalmente las áreas de Metalurgia Extractiva, Adaptiva, Inspección y Control, Evaluación de Integridad y Biomateriales, relacionadas con el procesamiento de los minerales desde su extracción hasta el producto obtenido, el control de la corrosión de estructuras, el diseño y el mejoramiento de los procesos de fabricación de piezas, selección y evaluación de materiales metálicos. El desarrollo de este programa de formación superior se ha centrado en suplir las necesidades de avance tecnológico y de innovación industrial en campos específicos como la Siderurgia, Metalmecánica, Fundición, Tratamientos Térmicos, Corrosión, Ensayos no Destructivos, el incipiente desarrollo de los biomateriales resistentes al desgaste y con propiedades fisicoquímicas factible, entre algunas más.

Teniendo en cuenta lo planteado por el Ministerio de Educación respecto a la importancia de crear y propender por una cultura de investigación, el programa de formación en Ingeniería Metalúrgica contempla al futuro ingeniero como un profesional integral en las diversos conocimientos y competencias que le permiten resolver problemas en el ámbito profesional industrial e investigativo del campo de la Metalúrgica y los materiales. De esta manera, en el perfil del egresado del programa académico se puede observar algunas competencias básicas, que encierran de manera directa la incidencia de la Ciencias de los Biomateriales sobre los saberes de carácter cognitivo, procedimental y actitudinal, por ejemplo:

¹ INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN PÚBLICA SUPERIOR SEDE BUCARAMANGA. Proyecto Educativo del programa de Ingeniería Metalúrgica. Bucaramanga, 2013, p. 10.

Comprende la naturaleza de la estructura interna de los materiales de ingeniería, las relaciones existentes entre éstos, su comportamiento y sus propiedades; muestra sensibilidad a los problemas sociales; investiga y contribuye a la solución de problemas relacionados con los materiales; maneja las relaciones interpersonales que le facilitan el desarrollo de proyectos colaborativos e interdisciplinarios².

A través de los conocimientos de tipo cognitivo, procedimental y actitudinal adquiere significado varias de las habilidades del profesional metalúrgico enfocadas a ser un gestor del área de los Biomateriales, porque así como debe formarse en los fundamentos conceptuales referido a los materiales en cuanto a propiedades, comportamientos y estructuras, el ingeniero se convierte en un agente constructor de conocimiento y avance científico desde el ámbito investigativo e industrial, ya sea mediante el producto de su práctica directa o como aporte parcial e ingenieril frente a los problemas de carácter interdisciplinar, por ejemplo en la industria biomédica.

1.1 GENERALIDADES SOBRE LA CIENCIA DE LOS BIOMATERIALES

Para comprender mejor la importancia y correlación de los biomateriales en la formación de ingenieros metalúrgicos, resulta oportuno revisar las generalidades de esta ciencia y mediante un ejemplo conciso mostrar la relación entre el campo de acción del ingeniero metalúrgico y la Ciencia de los Biomateriales; además, es de resaltar que esta área ha tenido un crecimiento acelerado en los últimos años y se constituye en una disciplina naciente para los sectores estratégicos en los programas de investigación y desarrollo mundial, así como su carácter interdisciplinar hace un llamado al trabajo conjunto entre médicos, químicos, biólogos e ingenieros de materiales, entre otros.

² *Ibíd.*, p. 12.

La Ciencia de los Biomateriales³ es aquella que se encarga del estudio de los materiales o sustancias, que sin importar su origen natural o sintético, son diseñados específicamente para el uso en aplicaciones biológicas; de esta manera, se puede buscar entre los polímeros, los metales, los cerámicos y los compuestos, aquellos materiales con la característica de *biocompatibilidad*⁴, lo cual hace referencia a la habilidad de un material para ser aceptado por el cuerpo humano de manera amigable, sin respuestas relacionadas con irritación de tejidos circundantes, inflamación, reacciones alérgicas o efectos cancerígenos.

“¿Qué tienen en común los motores de propulsión de los transbordadores espaciales con las prótesis de cadera? respuesta: ambas están fabricadas con el mismo material, una aleación de titanio, aluminio y vanadio”⁵ sin las cuales se condenaría a la inmovilidad a pacientes cuyas articulaciones están gastadas; así se puede identificar la relación entre los materiales de uso industrial y aquellos que son empleados en los seres humanos con el fin de mejorar su calidad de vida; básicamente, es la misma materia prima como elemento de trabajo para el ingeniero metalúrgico en situaciones diferentes.

1.2 ESTUDIO ESTADÍSTICO MUNDIAL SOBRE EL DESARROLLO DE BIOMATERIALES [1998-2002] Y ESTUDIOS INTERNO DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN EN INGENIERÍA METALÚRGICA [2010-2014]

Entre los años 1998 y 2002 se realizó un estudio estadístico⁶ gracias a la implementación de la base de datos de artículos científicos *Compendex*, para recuperar las publicaciones relacionadas con los términos: órganos

³ 2 DUFFO, Gustavo. Materiales y materias primas, Biomateriales, guía didáctica. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 2011. p. 9-10. < <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/biometales.pdf> > [citado el 9 de agosto de 2015].

⁴ NEWELL, James. Ciencia de los materiales, aplicaciones en ingeniería. México. Alfaomega. 2011. p. 274.

⁵ DUFFO, Op. cit., p. 7.

⁶ CRUZ, Elicet. ESCORS, Pere. GUIXÉ, Jordi. IZQUIERDO, Gorka. MASPONS, Ramón. ORTIZ, Ivette. La vigilancia tecnológica en el sector de los nuevos materiales: Biomateriales, polímeros y plásticos, cerámicos, vidrios y materiales de construcción. IALE tecnología. 2003. p. 17-22.

bioartificiales, materiales biocompatibles y material dental biomédico, que hacen parte de la amplia temática de los biomateriales. El 92% correspondió a publicaciones de artículos en revistas especializadas, el 8% a ponencias presentadas para congresos científicos y otros tipos de documentos tales como comunicaciones, artículos a congresos y monografías. Respecto a la naturaleza de la información, la mayoría 59% de los trabajos publicados tuvieron un carácter experimental y en menor medida 13% teórico.

De 4205 registros sobre temas relacionados con los Biomateriales⁷, el 32% fueron publicados en el año 2000, y para los años 2001 y 2002 se registraron disminuciones en el número de publicaciones hasta 587 y 259 respectivamente; sin embargo, este fenómeno se explica a través de otros factores, como las subespecialidades que surgieron. La aparición de nuevos temas centrales y descriptores con alto grado de libertad como: “biomaterials, implants (surgical), bone-cement, biofilms, ophthalmology, biomedical-engineering, ceramic-materials, blood-substitutes, hidroxyapatite, calcium-phosphate, tissue-engineering, bioactivity, bioceramic, bioactive-glass, cytotoxicity, chitosan, entre otros”⁷, aparecieron con frecuencias relativas del 100% en los años 2001 y 2002 porque eran completamente nuevos, evidenciando el avance involucrado para esta ciencia.

Por otra parte, un estudio desarrollado entre los años 2010 y 2014 dentro del programa de formación en Ingeniería Metalúrgica de una institución de educación superior pública⁸, indica las variaciones en la modalidad de trabajo de grado, para lo cual la modalidad investigativa predomina con altos índices frente a las prácticas empresariales y las prácticas docentes del programa de pregrado, lo cual evidencia que la investigación como modalidad de trabajo de grado tiene una mayor tendencia y acogida por los estudiantes y por esta

⁷ *Ibíd.*, p.23-25.

⁸ Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Variaciones de modalidad de trabajo de grado entre 2010 y 2014. (Registros y estadísticas, inéditas). Institución Educación Superior Pública. Bucaramanga. 2015. p. 1-11.

razón, el área de los Biomateriales puede ser un campo potencialmente significativo en estos tipos de investigaciones.

Adicionalmente, las estadísticas del mismo estudio demostraron que la cantidad de proyectos en el área de los biomateriales son representativas respecto a los restantes que correspondieron a las diferentes áreas del programa de pregrado como: la fundición, tratamientos térmicos, refractarios, soldadura, pirometalúrgicos, hidrometalurgia, entre otras. Del 100% de los proyectos de investigación, aproximadamente el 16% se enfoca específicamente al área de los Biomateriales, lo que suscita la necesidad de preparar de una mejor manera desde esta área para dar competencia al ingeniero en actividades introductorias como lo son los proyectos de grado, posteriormente su desempeño en la industria, la investigación biomédica o en estudios de posgrado.

1.3 PAPEL DEL DOCENTE MEDIADOR

El docente como mediador⁹, es el eje central desde el cual se plantean los grandes logros respecto a la enseñanza y el aprendizaje porque es él, quien de manera directa incide sobre el estudiante para promover su respectivo desarrollo de manera progresiva.

Existen tres pautas que el docente puede implementar para consolidar su papel mediador: primero la coherencia psicológica¹⁰ entre los contenidos, las experiencias de aprendizaje y el nivel de desarrollo propuesto como parte de los objetivos de la asignatura desde la etapa de la planeación curricular; segundo la indagación sobre los conocimientos y experiencias que hacen parte de los saberes del alumno para asumir nuevos retos de aprendizaje, como lo dijo Ausubel alguna vez “el factor más importante que influye en el aprendizaje del alumno consiste en lo que ya sabe, averígüese y enséñese

⁹ CORREDOR MONTAGUT, Marta Vitalia; PÉREZ ANGULO, Martha Ilce; ARBELÁEZ LOPEZ, Ruby. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Colombia. 2009. p. 19.

¹⁰ *Ibíd.*, p. 19-21.

consecuentemente”¹¹; y finalmente una relación afable, oportuna y agradable entre el docente y el alumno partiendo del reconocimiento recíproco.

También, el docente mediador puede utilizar diferentes elementos que estimulen y motiven la implicación del alumno en los procesos de aprendizaje; como por ejemplo: el material de apoyo adecuado, el cual acentúa la temática de manera oportuna y responde a los intereses o necesidades actuales; el ambiente de aprendizaje, el cual proporciona confort a los alumnos, no sólo en lo referente a instalaciones sino también a la denominada Educación Inclusiva¹², la cual es partidaria de la igualdad de condiciones, oportunidades y derechos que faciliten las interrelaciones; y finalmente, el desarrollo de actividades de naturaleza heterogénea para mantener activa la atención de los alumnos, alejada de la monotonía u obligatoriedad.

Debe recordarse la Metacognición, como un ejercicio permanente en la enseñanza y el aprendizaje que necesita transmitirse desde el docente mediador a los alumnos con el fin de que el estudiante reflexione y autorregule sus propias experiencias, controle, entienda, sea consciente, se evalúe y mejore en sus procesos y acciones, es decir sea capaz de aprender a aprender. El docente mediador presenta respeto por la diversidad en los estilos de aprendizajes individuales y los modelos cognitivos.

Como hemos visto, el papel del docente mediador es necesario en cualquier etapa de formación y es deber para el programa de formación tener en cuenta no sólo docente con grandes conocimientos académicos sino humanos y pedagógicos. Así pues, un docente mediador en la asignatura de Ciencia de los Biomateriales debe proporcionar los elementos y experiencias necesarias de formación que desafíen e incentiven la iniciativa de aprendizaje, es decir, la formación de sus alumnos como “aprendices autónomos, independientes y autorregulados, capaces de aprender a aprender”¹³.

¹¹ Ibíd., p. 20.

¹² Ibíd., p. 13.

¹³ ilbíd., p. 38.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O SITUACIÓN A ANALIZAR

Hoy en día, el programa de formación en Ingeniería Metalúrgica profundiza de manera predominante en las disciplinas tradicionales que con amplia trayectoria han caracterizado el desempeño profesional del ingeniero metalúrgico en la industria Extractiva, Adaptiva, Inspección y Control, Evaluación e Integridad; sin embargo, para el caso de la investigación y el desarrollo de nuevos materiales la Ciencia de los Biomateriales contiene elementos intrínsecos que amplifican el campo de desempeño del profesional metalúrgico hacia la nascente área de los Biomateriales.

Los Biomateriales han empezado a tomar fuerza como uno de los campos estratégicos en los programas de investigación y desarrollo a nivel mundial; por su carácter interdisciplinar hace un llamado a los ingenieros de materiales para realizar su respectivo aporte desde un punto de vista ingenieril con el desarrollo de nuevos materiales en pro del mejoramiento de la calidad de vida y la longevidad de los pacientes que necesitan algún tipo de producto tecnológico para la salud humana.

Actualmente, la asignatura Ciencia de los Biomateriales se ofrece de forma electiva y teórica en periodos poco regulares, sin embargo, es importante resaltar que como parte de la actividad investigativa que le compete al ingeniero metalúrgico en el mundo de los materiales y las continuas actualizaciones o mejoras puede verse enfrentado al desarrollo de proyectos de grado, estudios de posgrado, desarrollo de nuevos proyectos e investigaciones relacionadas a la industria biomédica; por esta razón se hace necesario plantear desde la presente monografía una propuesta que integre los tres componentes de competencias y la investigación en el aula, para que el docente mediador de la asignatura Ciencia de los Biomateriales estudie y evalúe las condiciones bajo las que se plantea impartir la asignatura, como lo son: la obligatoriedad dentro del plan de estudios del programa de pregrado, el carácter teórico-práctico y principalmente la inclusión de la estrategias de

enseñanza y aprendizaje basada en proyectos para apoyar los procesos formativos.

2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

A partir de la situación problemática expuesta se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo podría orientarse desde la estrategia de proyectos el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de los conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales útiles para el ingeniero metalúrgico que se desempeña en el área de los Biomateriales?

Debido a que la asignatura no posee actualmente unas competencias definidas en función de los contenidos, se propone como primer componente de la propuesta, la integración de los saberes pragmáticos y el consecuente planteamiento de las competencias declarativas, procedimentales y actitudinales para el desarrollo de la asignatura, las cuales enriquecen el perfil profesional y las competencias básicas del ingeniero metalúrgico.

Se consideran las clases prácticas como herramientas al alcance del docente que pueden ser utilizadas para mejorar la enseñanza, el aprendizaje y la motivación de los alumnos frente a la experimentación y los conocimientos pragmáticos, como lo manifiesta Cracolice: “el panorama de la enseñanza universitaria es complejo y la dificultad es aún mayor en disciplinas como la ingeniería que guardan una relación intrínseca entre los conocimientos declarativos y los procedimentales”¹⁴. López, Nieto, Rodríguez, González y Jiménez¹⁵ enfatizaron en la introducción de las clases prácticas a las disciplinas

¹⁴ CRACOLICE, Mark; DEMING, John y EHLERT, B. Concept Learning versus Problem Solving: A Cognitive Difference, citado por LÓPEZ PANIAGUA, Ignacio; NIETO CARDIEL, Rafael; RODRÍGUEZ MARTÍN, Javier; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Celina y JIMÉNEZ ÁLVARO, Ángela. Clases prácticas: una herramienta esencial en la enseñanza de ingenierías en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. En: Revista Teorías y Buena práctica. 2011. Vol. 86 N° 5, p. 524.

¹⁵LÓPEZ PANIAGUA, Ignacio; NIETO CARDIEL, Rafael; RODRÍGUEZ MARTÍN, Javier; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Celina y JIMÉNEZ ÁLVARO, Ángela. Clases prácticas: una

teóricas en los cursos de ingeniería, para proporcionar a los alumnos espacios de actuación en el medio laboral y con los profesionales expertos; de esta manera, las actividades prácticas se integran a los currículos de ingeniería para desarrollarse en empresas o centros de investigación no sólo como proyectos aislados o clases de laboratorio independientes, sino desde una perspectiva integral. Así, se responde equitativamente a las implicaciones mencionadas por Barriga y Hernández¹⁶ respecto al conocimiento y el aprendizaje humano como actos fundamentalmente sociales, en los cuales la participación activa y colaborativa de los diferentes sujetos y las prácticas auténticas ejercen un impacto significativo.

Como segundo componente de la propuesta, se visualiza desde la labor del docente universitario como mediador e investigador la incorporación de la estrategia de enseñanza y aprendizaje basada en proyectos y su respectivo seguimiento desde la investigación en el aula para la promoción de la formación integral del ingeniero en el área de los Biomateriales.

Se considera la implementación de la estrategia de enseñanza y aprendizaje basada en proyectos, debido a que ésta permite para el caso específico de la ingeniería, la unificación de los conocimientos que actualmente se imparten y aquellos que necesitan mayor profundización en el área de los Biomateriales, lo cual resulta pertinente a lo manifestado por Corredor, Pérez y Arbeláez: “se fortalece la integración de actividades teóricas, prácticas, técnicas y tecnológicas”¹⁷. Así mismo, Corredor y Colaboradores¹⁸, afirman que la estrategia de aprendizaje basada en proyectos posee un carácter dinámico que centra su atención en el saber hacer y el saber convivir; por medio de ésta, se tiene en cuenta el contacto directo con las situaciones del contexto y de la vida profesional para propiciar un aprendizaje significativo, por lo tanto exige poner

herramienta esencial en la enseñanza de ingenierías en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. En: Revista Teorías y Buena práctica. 2011. Vol. 86 N° 5, p. 525.

¹⁶ BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo. Constructivismo y Aprendizaje significativo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: McGrawHill/Interamericana, 2010, p. 36-39.

¹⁷ CORREDOR MONTAGUT, Marta Vitalia; PÉREZ ANGULO, Martha Ilce y ARBELÁEZ LOPEZ, Ruby. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2009, p. 184.

¹⁸ *Ibíd.*, p. 182-183.

en práctica y desarrollar habilidades, actitudes y conocimientos para poder avanzar.

Por las razones previamente expuestas, se sustenta la importancia de intervenir la formación integral de los alumnos desde la factibilidad de la estrategia de enseñanza y aprendizaje basada en proyectos, para la asimilación e interrelación de los saberes declarativos, procedimentales y actitudinales en el área específica de los Biomateriales, favoreciendo de manera consecuente el mejor ejercicio profesional que se vale del desarrollo de actitudes éticas, sociales, ambientales, cognitivas y prácticas.

3. ANTECEDENTES

A continuación se mencionan algunos antecedentes investigativos relacionados con la importancia de implementar las clases prácticas para reforzar los componentes declarativos, procedimentales y transversales en los estudiantes de ingeniería; también, se aborda la formación sociocultural y ambiental para contextualizar y sensibilizar a los ingenieros metalúrgicos en la formación de estas competencias que enriquecen el componente actitudinal y el dominio de su saber específico; Finalmente, se enfatiza en la integración de la estrategia de enseñanza y aprendizaje basada en proyectos como una herramienta necesaria en los procesos de formación.

3.1 PRIMER ANTECEDENTE

Ángela B.C Arnt ¹⁹ desarrolló el proyecto de investigación titulado *Clases prácticas en el curso de Ingeniería de Materiales*, cuyo objetivo principal fue la incorporación de clases prácticas de fundición en el curso de Ingeniería de Materiales de la Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) en Brasil y la evaluación de esta estrategia como forma de aprendizaje. Los motivos principales que orientaron el desarrollo de esta actividad fueron los cuestionamientos por la falta de contacto con el mundo laboral, y también la dificultad, por parte de los alumnos, en posicionarse ante situaciones no convencionales, propias de la actividad metalúrgica.

La experiencia metodológica se aplicó concretamente en la cátedra *Procesos de Fabricación de Metales I* y consistió en la participación de los alumnos de octavo semestre del curso de Ingeniería de Materiales en actividades cotidianas de empresas metalúrgicas de la región de Criciúma, SC Brasil, en los principales procesos de la fundición concerniente a: cálculo de carga, cargamento del horno, control de temperatura, análisis de composición

¹⁹ ARNT, Ángela. Clases prácticas en el curso de Ingeniería de Materiales. En: Revista de Formación Universitaria. 2010. Vol. 3 N° 4, p. 41-46.

química, extracción del molde y acabado. Para el proceso de evaluación de los estudiantes se partió del análisis de un informe, que era entregado al día siguiente de la clase práctica y finalizado con la participación de una mesa redonda entre los alumnos y la profesora.

Se observó un cambio en el lenguaje utilizado por los estudiantes, pues pasaron a tratar los temas sobre fundición como algo más familiar y conocido; en los informes se describieron detalladamente todos los procedimientos y cálculos necesarios en el proceso metalúrgico y algunos alumnos fueron a la dirección del curso para sugerir que otras cátedras del curso, como la de Proceso de Fabricación de Materiales Cerámicos y Poliméricos tuvieran el mismo sistema de aprendizaje. De lo cual se puede concluir que estas actividades proporcionaron a los alumnos experiencias prácticas sobre el proceso de fundición de metales ferrosos, donde podían asociar la temática vista en las clases teóricas; lo que se consideró determinante para la motivación del aprendizaje, la efectiva apropiación del conocimiento y el rendimiento superior en calidad y argumentación de las evaluaciones realizadas.

3.2 SEGUNDO ANTECEDENTE

López-Paniagua y colaboradores²⁰ desarrollaron el proyecto denominado *Clases prácticas: una herramienta esencial en la enseñanza de ingenierías en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior*, su objetivo principal fue la inclusión de la termodinámica aplicada a la Ingeniería Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid, donde se generó una primer experiencia que evaluó cualitativamente la capacidad de un método docente para ampliar el nivel de comprensión de la asignatura de Termodinámica con un grupo de casi trescientos alumnos a través de clases prácticas; y la segunda experiencia que estuvo referida a la adquisición de algunas de las competencias transversales que las nuevas titulaciones

²⁰ LÓPEZ, *et al.* Op. cit., p. 523-530.

garantizan según el nuevo panorama educativo derivado de la declaración de Bolonia que se llevó a cabo con un grupo reducido de alumnos.

La metodología, incluyó como primer experiencia la adquisición de conceptos básicos y teóricos para posteriormente avanzar en el conocimiento pero de una forma más aplicada por medio del aprendizaje basado en problemas durante las clases de laboratorio, de esta manera, se sustituyeron las asignaturas con base a las horas lectivas de docencia clásica y se establece la unidad crédito ECTS (European Credit Transfer System) el cual equivale entre 25 y 30 horas de trabajo del alumno, en el que se incluyen clases, estudio, prácticas, laboratorios, pruebas de evaluación, etcétera; también, en lo referido a la segunda experiencia se diseñó el ambiente de aprendizaje para proporcionar algunas competencias transversales al estudiante, desde un punto de vista pedagógico, se optó por un método híbrido, basado en la teoría constructivista: aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje basado en problemas (PBL), guiado y autodirigido. El estudio concluye que las clases de laboratorio son perfectamente viables siempre y cuando se ajusten a los contenidos y objetivos de la asignatura; el nuevo conocimiento se hace más específico que el obtenido por los métodos de la enseñanza tradicional y las competencias transversales progresaron notablemente en lo referido al trabajo en equipo (debates, tormentas de ideas), manejo de bibliografía en otro idioma, coordinación de personas y toma de decisiones utilizando el diseño de una práctica de laboratorio. La experiencia capturó la satisfacción de los alumnos y la motivación de los docentes, así lo manifestaron mediante declaraciones y las encuestas registradas.

3.3 TERCER ANTECEDENTE

Bess Reyes y Gallardo López²¹ desarrollaron el proyecto denominado *Indicadores de formación sociocultural para el desempeño del futuro ingeniero*

²¹ BESS REYES, Tania y GALLARDO LÓPEZ, Teresita de Jesús. Indicadores de formación sociocultural para el desempeño del futuro ingeniero en Metalurgia y Materiales. En: Revista de Pedagogía Universitaria. 2014. Vol. XIX N° 3, p. 40-57.

en *Metalurgia y Materiales*, su objetivo principal fue la construcción de las concepciones referidas a la formación sociocultural para propiciar un mejor desempeño profesional en los futuros ingenieros metalúrgicos de la Educación Superior Cubana.

Se utilizó básicamente la perspectiva cualitativa para analizar los significados de los conceptos: cultura, sociedad, sociocultural, formación sociocultural y desempeño, para el alcance de una mejor práctica profesional enmarcada en las consideraciones del perfil y las competencias del egresado metalúrgico, apoyándose de forma paralela para el presente estudio cualitativo en los métodos del nivel teórico analítico sintético, histórico-lógico, tránsito de lo abstracto a lo concreto e inducción-deducción y en la técnica empírica análisis de documentos. Se obtuvieron como resultados las aproximaciones teóricas a las definiciones de lo sociocultural, la formación sociocultural, la formación sociocultural para el desempeño profesional y se establecieron los indicadores para considerar que un ingeniero en Metalurgia y Materiales posee este tipo de formación que aporta a la integralidad, fundamentado en el estudio del rol y las funciones que debe cumplir según su plan de estudio.

3.4 CUARTO ANTECEDENTE

Elsi Amalia Ferrer Carbonell²² desarrolló el proyecto de investigación titulado *Estrategia de formación ambiental en la carrera Metalúrgica y Materiales del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa*, su objetivo principal consistió en diseñar un macromodelo dialectico-holístico de formación ambiental adaptable de manera interdisciplinar, para luego a una escala más pequeña establecer las competencias específicas que propician la adecuada comprensión de los problemas del medio ambiente y el desarrollo de los procedimientos políticos,

²² FERRER CARBONELL, Elsi Amalia. Estrategia de formación ambiental en la carrera Metalúrgica y Materiales del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. En: Revista de Pedagogía Universitaria. 2012. Vol. XVII N° 1, p. 39-60.

tecnológicos, educativos y administrativos en relación directa a la esfera de actuación de los ingenieros del perfil geólogo-minero-metalúrgico.

Desde la macroestrategia se plantearon los valores medioambientales institucionales, la misión, el diagnóstico y los objetivos estratégicos que están determinados por las regulaciones del proceso; mientras, desde la microestrategia se establecieron los objetivos del trabajo de formación ambiental por competencias, se implementaron las acciones y las evaluaciones que regulan la disciplina específica. Además en correspondencia con los principales planes de desarrollo económico y social del país, se promovió la incorporación de un sistema de conocimientos, hábitos, habilidades, comportamientos y valores, coherente con estas necesidades.

Se tiene la idea errónea que la formación ambiental se refiere únicamente a la conservación de la naturaleza, excluyendo cualquier otro tipo de influencia social y cultural, sin embargo, hoy en día se considera completamente indispensable la implicación de estos factores para hablar de sostenibilidad/sustentabilidad. El desarrollo de la estrategia de formación ambiental permitió crear un espacio de interés por los problemas ambientales adjuntos a la esfera de acción del ingeniero metalúrgico, con principios de sostenibilidad como una forma de garantizar el mejor desempeño profesional de los egresados.

3.5 QUINTO ANTECEDENTE

Ramón Costa Castellón, Vicenc Puig y Joaquín Blesa ²³ desarrollaron el proyecto de investigación titulado *Introducción a la Diagnóstico de Fallos basada en Modelos mediante Aprendizaje basado en Proyectos*, como objetivo principal se quiso suplir la carencia de materiales pedagógicos, lo cual

²³ COSTA CASTELLÓN, Ramón; PUIG, Vicenc; BLESA, Joaquín. Introducción a la Diagnóstico de Fallos basada en Modelos mediante Aprendizaje basado en Proyectos. En: Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial. 2016. Vol. 13, p. 186-195.

dificultaba el proceso de enseñanza y aprendizaje en el Máster de Automática y Robótica de la de la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona.

En el presente estudio se implementó la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que permitió organizar las clases de laboratorio del curso *Diagnosis y Control Tolerante a Fallos* utilizando un sistema real de tres depósitos para los ensayos. El principal motivo para la selección de la metodología ABP es debida a que los estudiantes aprenden resolviendo problemas de la vida real con mayor interés mientras adquieren y aplican nuevos conocimientos en un contexto. Así pues, se propuso una agrupación de ejercicios y actividades de laboratorio para aplicar los métodos basados en observadores y residuos estructurados para la detección y el aislamiento de fallos en el sistema real.

Cuando se presentaron los resultados de las evaluaciones y las encuestas aplicadas a los estudiantes antes y después de implementar la metodología ABP, confirmaron el aumento del interés y el cumplimiento satisfactorio de los objetivos de aprendizaje al utilizar esta metodología; además, se contempló la posibilidad de ampliar la experiencia de la asignatura de *Diagnosis y Control Tolerante a Fallos* a otras asignaturas del Máster de Control Automático y Robótica en la Universidad politécnica de Cataluña.

4. DEFINICIONES OPERACIONALES

4.1 EL APRENDIZAJE DE DIVERSOS CONTENIDOS CURRICULARES

Los contenidos curriculares de todos los niveles educativos pueden agruparse en tres áreas básicas: contenidos declarativos, procedimentales y actitudinales.

4.1.1 Contenidos Declarativos: También conocido como el *saber qué*²⁴, este tipo de saber es imprescindible en todas las asignaturas porque constituye la trama fundamental sobre la cual las disciplinas se estructuran; como primera medida, relaciona el conocimiento referente a datos, hechos, conceptos o principios porque es un saber que se dice mediante el lenguaje. Estos contenidos declarativos pueden distinguirse taxonómicamente en conocimientos factuales y conceptuales; los conocimientos factuales²⁵ se refieren a aquellos saberes que se aprenden de forma textual como datos y hechos que no necesitan ser comprendidos porque se constituyen más bien en una información verbal, tampoco importan los conocimientos previos y solamente son repetidos, las condiciones que los propician son los materiales de estudios que no presentan una estructuración lógica o estimulante; mientras, los conocimientos conceptuales²⁶ son más complejos porque involucran la construcción progresiva de conceptos, principios y explicaciones mediante la abstracción, identificación y análisis, las condiciones que los propician son los materiales estimulantes, estructurados y organizados.

4.1.2 Contenidos Procedimentales: El *saber hacer*²⁷, es aquel conocimiento que se refiere a la ejecución de procedimientos prácticos, es decir, acciones u operaciones dirigidas hacia un logro determinado; las diferentes etapas que permiten alcanzar gradualmente el aprendizaje procedimental consisten en la

²⁴ BARRIGA, Frida; HERNÁNDEZ, Gerardo. Constructivismo y Aprendizaje significativo En: Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. McGraw-Hill/Interamericana editores. México, 2010. p. 42-43.

²⁵ *Ibíd.*, p.42.

²⁶ *Ibíd.*, p.43.

²⁷ *Ibíd.*, p. 44-45.

apropiación de los datos, la actuación o ejecución de procedimientos, la automatización de los mismos y el perfeccionamiento indefinido de éstos, para que el estudiante lo haga de la manera más significativa posible. Como lo plantea Schon²⁸ el amplio alcance y apropiación de los contenidos procedimentales radica en la reflexión desarrollada sobre la acción, la enseñanza auténtica en contextos de aplicación relevante y reales.

4.1.3 Contenidos Actitudinales: Son tal vez los contenidos sobre los que se trabaja menos pero se hace mayor mención en los currículos; las actitudes²⁹ hacen referencia a las experiencias de carácter personales influenciadas por las instancias afectivas, cognitivas y conductuales que implican un aprendizaje y aplicación en el contexto social a partir de experiencias y actitudes con otras personas e información.

El docente debe ser un modelo en valores, comportamientos y actitudes por ende debe promover las actitudes positivas, mientras, desde las instituciones educativas muchos valores son gestados a través del Currículo Oculto³⁰, el cual encierra las experiencias que a partir del diario vivir y la libre elección en diferentes lugares y personas aportan a la formación personal. Algunas técnicas de las que se pueden disponer para trabajar en los procesos actitudinales son: los sociodramas, análisis de casos, discusiones, lecturas, escrituras y exposiciones, es decir, técnicas participativas y experienciales²⁷.

De esta manera se contribuye a la denominada Formación Integral, la cual desde la Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia ACODESI se conceptualiza como un “proceso continuo, permanente y participativo que busca desarrollar armónica y coherentemente todas y cada una de las dimensiones del ser humano (ética, espiritual, cognitiva, afectiva, comunicativa, estética, corporal y socio-política), a fin de lograr su realización plena en la

²⁸ SCHON, citado por citado por BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo. *Ibíd.*, p. 44.

²⁹ *Ibíd.*, p. 45.

³⁰ VILLAMIZAR LUNA, Constanza. *Currículo. Bucaramanga: UIS-CEDEDUIS. (Material sin publicar) 2016, p.15.*

sociedad”³¹, así pues se considera el ser humano como una pluralidad conjunta que busca desarrollarse de una manera auténtica en un proceso activo a lo largo de la vida.

4.2 ENFOQUE SOCIO-CONSTRUCTIVISTA

El origen del constructivismo³² como corriente epistemológica se fundamenta en la necesidad de aclarar los aspectos relacionados con la obtención del conocimiento; los puntos en común de algunos autores constructivistas radican en el ser humano como un sujeto activo hacia la adquisición de conocimientos y la reflexión sobre sí mismo. La aproximación al concepto Constructivismo de Mario Carretero³³ tiene en cuenta la interacción constante de los aspectos cognitivos y sociales del individuo con el medio, por esa razón afirma que el conocimiento es una construcción del ser humano en función de los conocimientos previos, actividades externas o internas del aprendizaje. La concepción constructivista del aprendizaje³⁴ promueve los procesos de crecimiento personal del alumno, en el marco cultural del grupo al que pertenece.

De acuerdo con Coll³⁵, la concepción constructivista se apoya en tres ideas: el alumno como un sujeto activo que construye su aprendizaje, la actividad mental de construcción de conocimiento y la labor del docente como mediador de la construcción del aprendizaje de los estudiantes en relación al contexto.

Varios emblemáticos postulados constructivistas³⁶ fortalecieron el desarrollo de este enfoque; por una parte, el postulado Constructivista Psicogenético representado por Piaget, esta corriente centró su estudio en el desarrollo de la

³¹ ACODESI, Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia. La formación integral y sus dimensiones. Colección propuesta educativa No. 3. Editorial Kimpres Ltda. Bogotá, D.C. Colombia. Julio, 2005. p. 13.

³² BARRIGA, Frida; HERNÁNDEZ, Gerardo. Op cit., p. 22.

³³ Carretero, Mario citado por BARRIGA, Frida; HERNÁNDEZ, Gerardo. Ibíd., p. 23.

³⁴ Ibíd., p. 27.

³⁵ Ibíd., p. 27-28.

³⁶ Ibíd., p. 26.

inteligencia, funcionamiento de la mente, abstracción reflexiva, nivel cognitivo, aprendizaje por descubrimiento, las formas de organizar el conocimiento, el alumno aprendiz activo y autónomo y el docente antiautoritario, sin embargo, fue fuertemente criticado por dejar de lado la influencia social; el otro postulado es el Constructivismo Cognitivo representado por David Ausubel, que recopila elementos como el aprendizaje significativo, representaciones internas del conocimiento, teoría de las atribuciones y las habilidades del pensamiento, solución de problemas, aprendizaje sistemático y organizado; y por último, el Constructivismo Sociocultural representado por Lev Vigotsky, que considera el proceso de construcción de conocimientos con origen social, elementos como el aprendizaje en el contexto y la comunidad, zona de desarrollo próximo, teoría del andamiaje, aprendizaje cooperativo, el lenguaje como herramienta y la labor del docente como mediador.

4.3 COMPETENCIAS

Desde la mirada socioconstructivista las competencias no pueden considerarse como una simple acumulación de conocimientos, habilidades o actitudes, sino más bien como dice Perrenoud³⁷ consisten en la integración de dichos saberes y recursos cognitivos para que una persona implemente frente a una situación determinada del contexto, es decir, la persona debe ser capaz de movilizar, integrar y situar en la realidad sus conocimientos teóricos y metodológicos, actitudes y habilidades; para Coll³⁸ “las competencias son capacidades situadas” porque al caracterizarlas incluyen la referencia de conocimientos y situaciones determinadas; de esta forma la noción de competencias contribuye de manera considerable a la educación, ya que sitúa en primer plano la funcionalidad de los aprendizajes logrados y la significatividad.

³⁷ PERRENOUD, citado por BARRIGA, Frida; HERNÁNDEZ, Gerardo. *Ibíd.*, p. 47.

³⁸ COLL, citado por BARRIGA, Frida; HERNÁNDEZ, Gerardo. *Ibíd.*, p. 47.

4.4 ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Según Díaz Barriga y Hernández, las estrategias son “procedimientos definidos dentro de un plan de acción que una persona utiliza de manera reflexiva, conciente, intencionada, flexible y controlada con el fin de conseguir éxito en la enseñanza y/o en el aprendizaje”³⁹, por esta razón puede considerarse a las estrategias⁴⁰ como herramientas más complejas que las mismas técnicas porque no son rutinarias, ni mecánicas porque no se establecen de manera fija sino que en la medida que ameriten modificarse se proporcionará la mirada oportuna, requieren una planificación analítica de acuerdo a los objetivos y contenidos, exigen una valoración para indicar el nivel de aprendizaje logrado; así mismo, las estrategias han de ser innovadoras, adaptativas y polivalentes porque se configuran de diferente forma según la necesidad, la ocasión y el tema, son implicativas porque buscan la participación de docentes, alumnos e instancias necesarias y son constructivas de conocimiento; de esta manera, puede decirse que las estrategias de enseñanza y aprendizaje apoyan la formación integral y el logro de aprendizajes significativos.

4.5 ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE BASADA EN PROYECTOS

El aprendizaje basado en proyectos⁴¹ como estrategia de enseñanza y aprendizaje se caracteriza por su naturaleza dinámica, que centra la atención en el saber hacer y el saber convivir; por medio de esta estrategia se tiene en cuenta las secuencias de acciones y el contacto directo con las situaciones del contexto para lograr un aprendizaje significativo, por lo tanto exige poner en práctica y desarrollar habilidades, actitudes y conocimientos para poder avanzar.

³⁹ DIAZ y HERNANDEZ, citados por CORREDOR MONTAGUT, Marta Vitalia; PÉREZ ANGULO, Martha Ilce y ARBELÁEZ LOPEZ, Ruby. Op cit. p. 62.

⁴⁰ *Ibíd.*, p. 63.

⁴¹ *Ibíd.*, p. 182-183.

Las características más importantes a resaltar en este tipo de estrategia⁴² se pueden identificar como: la integración de actividades teóricas y prácticas, el tratamiento de situaciones de manera interdisciplinar, simulación de situaciones de la vida profesional y además los aspectos sociales como el trabajo colaborativo y la interdependencia positiva; bajo estas consideraciones cabe resaltar que el campo ingenieril se acopla a su uso y por ello se procede a hacer la aplicación de la estrategia de aprendizaje basada en proyectos.

4.5.1 Lineamientos para la Implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos: Aunque los proyectos son de diferente naturaleza según el tema o la asignatura en el que se implemente, siempre existirán unas pautas o pasos que orienten la aplicación de la estrategia, como los siguientes:

Primero debe establecerse el planteamiento e identificar el problema, los criterios y resultados esperados; luego, se debe hacer la definición y el análisis de la tarea; lo sigue, la búsqueda y organización de información desde diferentes fuentes; el diseño de las alternativas de solución y la discusión para elegir la más adecuada; se hace la elaboración de la solución planteada y las actividades de seguimiento; elaboración de las memorias individuales y en grupo o un trabajo de reflexión sobre el desarrollo del proyecto; valoración de la eficiencia del trabajo que se realizó es decir, en función de los objetivos propuestos en el proyecto.⁴³

4.6 INVESTIGACIÓN CUALITATIVA

En primer lugar, la investigación cualitativa como lo expresa Strauss y Corbin⁴⁴ se entiende como una modalidad de investigación en la cual los medios de cuantificación no son los que producen los hallazgos, porque la naturaleza de los problemas que se estudian requieren en su lugar procesos de interpretación que permitan construir conceptos, relaciones o esquemas

⁴² *Ibíd.*, p. 184.

⁴³ *Ibíd.*, p. 187-188.

⁴⁴ STRAUSS, Anselm y CROBIN, Juliet. Bases de investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2002, p. 19.

explicativos. Forero Bulla⁴⁵ también enfatiza en el interés principal de este tipo de investigación en relación a la percepción de la realidad social desde el punto de vista de quienes hacen parte del contexto estudiado; las vivencias, sentimientos, expectativas, conductas o comportamientos son objeto primordial del estudio cualitativo; de ahí, que el paradigma cualitativo sea una herramienta indispensable para la labor docente, porque permite descubrir, entender y jugar un rol participativo frente a las diferentes circunstancias que se presentan en el desarrollo de las asignaturas.

4.7 INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

La investigación cualitativa se apoya en la etnografía, la teoría fundamentada y la investigación acción. El método de la investigación acción⁴⁶ tiene como finalidad mejorar el estado inherente de las personas sumergidas en circunstancias específicas, para lo cual se plantea como propósito central propiciar los cambios y las transformaciones necesarias; la investigación acción también recibe otros nombre como por ejemplo, investigación en el aula, porque desde la mirada educativa compromete a los estudiante y los docentes en el estudio de una manera estructurada de situaciones problemáticas para el progreso del conocimiento y las competencias.

En este orden de ideas, Mckernan manifiesta: “la imagen del profesor reflexivo es una imagen atractiva, en la que los problemas de la práctica están abiertos a la reflexión y la investigación”⁴⁷ lo que implica para el docente investigador asumir cualidades ecuánimes como la crítica analítica, reflexión, ética y objetividad. De esta manera, se consolida el carácter central de la investigación acción a través de la espiral autorreflexiva, referida concretamente a las etapas o momentos claves de la presente metodología investigativa, vividos de una

⁴⁵ FORERO BULLA, Clara María. La investigación en el aula como estrategia de acción docente: Aproximación desde el paradigma cualitativo. En: Revista de Docencia Universitaria. 2010. Vol. 11, p. 15-16.

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 47.

⁴⁷ MCKERNAN, J. Investigación acción y currículo: métodos y recursos para profesionales reflexivos, citado por FORERO BULLA. *Ibíd.*, p. 47.

manera social porque involucra la participación de los diferentes actores como: los docentes, profesionales y estudiantes para “planear, actuar, observar, reflexionar y planificar una solución al problema”⁴⁸.

4.8 VALIDEZ INTERNA

Según Bonilla y Rodríguez “la investigación acción se enfrenta al dilema de la validez interna mediante la triangulación de datos, ponderación de evidencias y devolución de los datos”⁴⁹. Básicamente los aspectos anteriores comprenden la comparación y el análisis permanente de los datos obtenidos desde las diversas técnicas de recolección y registro que implica la investigación; también desde los diferentes momentos y participantes (docentes, profesionales, estudiantes), con el fin de establecer la relevancia o verificar la representatividad que consolida y afianza los hallazgos surgidos de la reflexión. Como lo menciona Mckerna: “la validez de los conceptos, los modelos y los resultados que genera la investigación acción dependen no tanto de las pruebas de verdad científica cuanto de su utilidad para ayudar a los profesionales a actuar de manera más efectiva, más capaz e inteligente”⁵⁰.

Frente al dilema de la validez, también la triangulación teórica da lugar a la interpretación desde las diferentes perspectivas teóricas para analizar el conjunto de datos propiciando la crítica eficiente. Algunos de los pasos involucrados implican:

Listar las proposiciones teóricas en el área de estudio determinada, elaborar las interpretaciones respectivas, determinar las relaciones empíricas existentes, eliminar las proposiciones e interpretaciones que no resistan el contraste

⁴⁸ FORERO BULLA. *Ibíd.*, p. 49.

⁴⁹ BONILLA, E y RODRIGUEZ, P. *La investigación en Ciencias sociales: Más allá del dilema de los métodos*, citado por FORERO BULLA. *Ibíd.*, p. 32.

⁵⁰ MCKERNAN, J. *Investigación acción y currículo: métodos y recursos para profesionales reflexivos*, citado por FORERO BULLA. *Ibíd.*, p. 27.

empírico, seleccionar las mejores interpretaciones y las proposiciones contrastadas para finalmente proceder a la reformulación de teorías⁵¹.

4.9 PRINCIPIOS ÉTICOS

Un aspecto fundamental para el desarrollo de la investigación acción se refiere a la práctica de los principios éticos⁵² involucrados directamente entre los participantes de la investigación (docentes, profesionales y estudiantes). De esta manera, se enfatiza en la defensa de los derechos desde el mismo docente-investigador quien cumple un papel especial porque puede mediar la equidad en gran parte de las circunstancias a partir de la honestidad, claridad y veracidad de sus actitudes y acciones, además de la privacidad de los datos y la confidencialidad de la identidad de los participantes.

⁵¹ DENZIN, N. K. *Sociological Methods: a source Book*, citado por RODRIGUEZ RUIZ, Oscar. *La triangulación como estrategia de investigación en las Ciencias Sociales*. 2005. [En línea]. <<https://www.madrimasd.org/revista/revista31/tribuna/tribuna2.asp>> [citado el 22 de abril de 2016].

⁵² FORERO BULLA. *Op. cit.*, p. 31.

5. ANÁLISIS

El presente esbozo de propuesta de investigación plantea como eje central el ¿cómo podría orientarse desde la estrategia de proyectos el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de los conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales útiles para el ingeniero metalúrgico que se desempeña en el área de los Biomateriales?, porque como se expuso mediante el planteamiento del problema, existen vacíos en la implementación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje para propiciar la formación integral del ingeniero metalúrgico, así como de algunos otros parámetros: la obligatoriedad de la asignatura y la orientación teórico-práctica.

Como primer parámetro que se plantea de manera previa a la formulación de la pregunta de investigación se encuentra la obligatoriedad de la asignatura Ciencia de los Biomateriales dentro del plan de estudios de Ingeniería Metalúrgica para responder de manera competente al recién surgido campo de desempeño indicado como primario en el nuevo programa curricular de la carrera, en el cual el área de los Biomateriales alcanza un estatus similar al de los campos de la Extractiva, Adaptiva, Inspección y Control, Evaluación e Integridad, pero necesariamente suscita reestructuración.

Como segundo parámetro se propuso el carácter teórico-práctico de la asignatura, debido a que actualmente el área de los Biomateriales mantiene a nivel mundial un predominante enfoque investigativo y resulta pertinente proporcionar al ingeniero las bases para desarrollar actividades pragmáticas en las cuales sus conocimientos de tipo declarativos adquieran trascendencia.

Se pudo evidenciar a través del proyecto desarrollado por Ángela B.C Arnt¹⁹ referido a la incorporación de clases prácticas en el área de la fundición, que esta estrategia de inclusión permite suplir necesidades en los estudiantes, como la falta de contacto con el mundo laboral frente a actividades cotidianas y las dificultades para posicionarse en situaciones no convencionales de la

metalúrgica; de esta manera, se conciben las prácticas como vehículos que dan propiedad y destreza al ingeniero en su actuar profesional.

Adicionalmente, al considerar el componente pragmático se da paso a la implementación de diferentes medios de evaluación, como la elaboración de informes y la socialización de las experiencias con los profesionales idóneos, quienes cuestionaron el grado de entendimiento del estudiante para exigir más de él y obtener resultados progresivos en el aprendizaje. La inmersión que se propicia a través de las clases prácticas beneficia al estudiante incluso en aspectos motivacionales, los cuales deben considerarse entre los principales factores que permiten el poder, querer hacer y lograr del estudiante.

Así mismo, las experiencias formativas logradas a partir de la integración de los saberes pragmáticos han permitido evidenciar la indispensable unión entre las clases teóricas y las prácticas, considerándolas complementarias en la medida como se estudien los contenidos curriculares para hacer del conocimiento adquirido un aprendizaje más significativo; de esta manera, las clases de laboratorio y las prácticas en las empresas resultan ser valiosas herramientas de apoyo.

Además, es de notar que el proceso de apropiación de los contenidos procedimentales implica el desarrollo de actividades mentales complejas del individuo, como el análisis y la reflexión, estas mismas actividades son utilizadas durante la asimilación de contenidos conceptuales y por ende, pueden considerarse las actividades complejas de pensamiento como capacidades a desarrollar a través de la integración de los componentes pragmáticos y declarativos.

Como lo mencionó López-Paniagua y colaboradores²⁰, la incorporación de clases prácticas puede contribuir al desarrollo de algunas de las competencias transversales y propiciar el crecimiento de componentes sociales y éticos que

fortalecen las habilidades comunicativas, de convivencia, el trabajo en equipo, entre otras competencias del ingeniero.

Por las razones previamente mencionadas en relación a la integración del componente pragmático a la asignatura Ciencia de los Biomateriales, se pudo evidenciar que los contenidos curriculares tanto declarativos, procedimentales como los componentes transversales pueden desarrollarse a través de espacios prácticos y de manera conjunta, haciéndose consecuente el respectivo planteamiento de las competencias procedimentales del anexo B en relación con los componentes declarativos del anexo A.

Ahora, como primer componente del presente esbozo de propuesta de investigación se propone desarrollar de manera integral al ingeniero metalúrgico a través de los tres contenidos curriculares mencionados por Frida Barriga y Gerardo Hernández ^{24,27,29}, para lo cual en los anexos A, B y C del presente esbozo de propuesta de investigación se plantea las respectivas competencias declarativas, procedimentales y actitudinales que pueden ser tenidas en cuenta como referencia por el docente de la asignatura Ciencia de los Biomateriales para su posterior labor mediadora frente a la formación integral de los ingenieros.

La formación integral ³¹ debe ser un compromiso desde las aulas, ya que en los planteamientos curriculares de la Institución de Educación Superior y del programa de formación de Ingeniería Metalúrgica se hace mención, más aún desde el papel mediador del docente quien debe propiciar los espacios oportunos para trabajar en el desarrollo de cada una de las dimensiones del individuo.

Debido a que la construcción del presente esbozo de propuesta investigativa se basa en el enfoque Socio-constructivista ^{32,33,34,35} puede establecerse una relación directa entre los aspectos cognitivos y sociales del individuo y por ende una implicación del marco cultural o del contexto en el mismo proceso de

enseñanza y aprendizaje. Así pues, a partir de los planteamientos de Bess Reyes y Gallardo López ²¹, la formación sociocultural resulta pertinente en la formulación de las competencias actitudinales de todo profesional, más aún cuando se realiza un estudio previo del perfil y las funciones, porque se centra la atención en las experiencias propias del quehacer diario, de tal manera que a través de la práctica profesional se tiene en cuenta los compromisos sociales y los valores.

Adicionalmente, partiendo de las consideraciones y los estudios desarrollados por Elsi Amalia Ferrer Carbonell ²², la formación ambiental vista desde una micropropuesta centrada en el saber disciplinar del profesional metalúrgico se mantiene influenciada desde el componente declarativo y el pragmático haciendo énfasis en el cuidado y respeto del medio ambiente, por ejemplo, a partir del estudio de los protocolos a seguir en el laboratorio, las normativas, los procedimientos de trabajo con sustancias y el desecho; pero también, es de considerar la influencia desde el componente actitudinal, para asumir de manera conciente, responsable y honesta las prácticas profesionales, sin afectar el medio ambiente.

En ese sentido, adquiere valor las competencias desde el enfoque Socio-constructivista que buscan como primer medida la integración de tres componentes curriculares para responder ante las situaciones reales no sólo a través de conocimientos, sino de habilidades y actitudes, es decir, el profesional debe mantener presente un sentido humano sobre el actuar de sus conocimientos.

Ahora, como segundo componente del presente esbozo de propuesta de investigación se enfatiza en la implementación de las estrategias de enseñanza y aprendizaje específicamente en la de proyectos, porque como lo hace ver Ramón Costa Castellón, Vicenc Puing y Joaquim Blesa ²³, la carencia de buenos materiales pedagógicos dificulta los procesos de enseñanza y aprendizaje, más aun en el área de ingeniería, en donde el acercamiento a los

problemas reales debe ser permanente para aumentar el interés de los estudiantes y los mejores resultados frente a los objetivos.

Las Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje ⁴⁰ tienen la facilidad de modificarse con base a los requerimientos, objetivos y temas a tratar, por ende son un buen recurso al alcance del docente para mediar diferentes situaciones. Más aún, la Estrategia de Proyectos ⁴¹ que integra el saber hacer y el saber convivir, es decir, los conocimientos necesarios para el actuar del profesional y las actitudes humanas, resulta muy coherente con el enfoque Socio-constructivista desde el cual se plantean las competencias y se pretende mediar la formación integral de los ingenieros.

Finalmente, el esbozo de propuesta que se plantea en el presente trabajo monográfico contempla el desarrollo de la investigación bajo los análisis desarrollados, más aún apoyado en el enfoque de la Investigación Cualitativa ⁴⁵, porque permite de manera análoga estudiar las experiencias, consecuencias, beneficios o dificultades que resulten de las consideraciones hechas para la modificación de la asignatura Ciencia de los Biomateriales y el desarrollo de las temáticas apoyadas en la estrategias de proyectos.

El docente así mismo, como parte del proceso de investigación debe comprometerse en su actuar reflexivo para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la medida que lo amerite. Su actuar ético debe permanecer constante frente a cualquier situación y debe procurar la validación de datos y el análisis sobre éstos para aportar experiencias relevantes a otras áreas del conocimiento.

6. PROPUESTA

A continuación se presenta la propuesta de la asignatura Ciencia de los Biomateriales, con sus componentes de diseño de competencias, la propuesta de investigación en el aula y el ejemplo de diseño de una unidad didáctica aplicando la estrategia de enseñanza y aprendizaje basada en proyecto.

6.1 PLANTEAMIENTO DE COMPETENCIAS

En las figura 1 se observa el esquema conceptual que contiene algunos referentes de hechos históricos sobre la evolución de los biomateriales, datos o registros estadísticos de estudios mundiales sobre la evolución de este campo de la investigación, conceptos a tratar durante el desarrollo de la asignatura y nuevos saberes que se proyectan después de lograr los objetivos de la asignatura.

En la figura 2 se observa el esquema procedimental y actitudinal que contiene algunos elementos referidos al ser y saber hacer del ingeniero metalúrgico, los cuales se van a adquirir durante el estudio de la asignatura, como la capacidad para enfrentarse a situaciones problema que ameriten investigación, revisar las materias primas, equipos y técnicas de las que dispone para realizar sus actividades prácticas teniendo presente las necesidades de la comunidad y la ética para desempeñar cualquier función.

En el anexo A, B y C se hace el respectivo planteamiento de competencias declarativas, procedimentales y actitudinales; mientras en el anexo D se puede observar el programa base de la asignatura Biomateriales que actualmente se imparte como electiva.

6.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN EN EL AULA

El presente estudio se realizará mediante el enfoque de la investigación cualitativa a partir de la metodología de investigación acción o investigación en el aula.

6.2.1 Fases para el Desarrollo de la Propuesta: De esta manera la investigación se plantea para desarrollar en tres fases:

-Fase 1. Contextualización del problema: Para la contextualización del problema como lo menciona Spradley y McCurdy citados por Goetz y LeCompte: “consiste en hacerse una especie de descripción o reconstrucción analítica de escenarios y grupos culturales intactos (...) recrear para el lector las creencias compartidas, prácticas, artefactos y conocimientos populares y comportamientos de un grupo de personas (...)”⁵³ de esta manera, contextualizar se convierte en la herramienta primaria para conocer el medio o las circunstancias.

Parte de la *Fase 1* se introduce brevemente a partir del presente esbozo de propuesta investigativa y se pretende profundizar cuando se disponga de la información pertinente acerca de la situación y actitudes de los estudiantes, los testimonios de los profesionales y del docente mediador en el desarrollo de las clases con las modificaciones contempladas.

-Fase 2. Elaboración de la propuesta: involucra principalmente la modificación de los planes curriculares de la asignatura Ciencia de los Biomateriales, sobre la cual se ha trabajado en parte desde la presente propuesta investigativa en el numeral 6.1 con el planteamiento de los esquemas conceptuales, procedimentales y actitudinales y las competencias; además, se considera también el trabajo posterior del docente mediador en la adaptación de la estrategia basada en proyectos para el desarrollo de la asignatura.

⁵³ GOETZ, J y LECOMPTE, M. Etnografía y diseño cualitativo en la investigación cualitativa, citado por FORERO BULLA. *Ibíd.*, p. 19.

-Fase 3. Ejecución de la propuesta: se sujeta a la espiral autorreflexiva planteada previamente por la metodología de la investigación acción, que permitirá a los docentes investigadores, los alumnos y los profesionales en el área de la Ciencia de los Biomateriales “planear, actuar, observar, reflexionar y planificar una solución al problema”²⁰.

6.2.2 Participantes: La investigación se desarrollará en una Institución de Educación Superior Pública, que involucra al docente de la asignatura Ciencia de los Biomateriales; también a los profesionales de Ingeniería Metalúrgica que actualmente se desempeñan en el área de los Biomateriales, quienes con su experiencia pueden realizar una orientación sobre las necesidades actuales en conocimientos prácticos, declarativo y actitudinal del profesional, incluso mediante la presente propuesta se contemplan varias modificaciones por un profesional que se desempeña en el área y queda abierto a las contribuciones; y por último, los grupos de estudio conformados aproximadamente por 20 alumnos, que inicien el octavo semestre, desde el cual se contempla la inclusión obligatoria de la asignatura Ciencia de los Biomateriales.

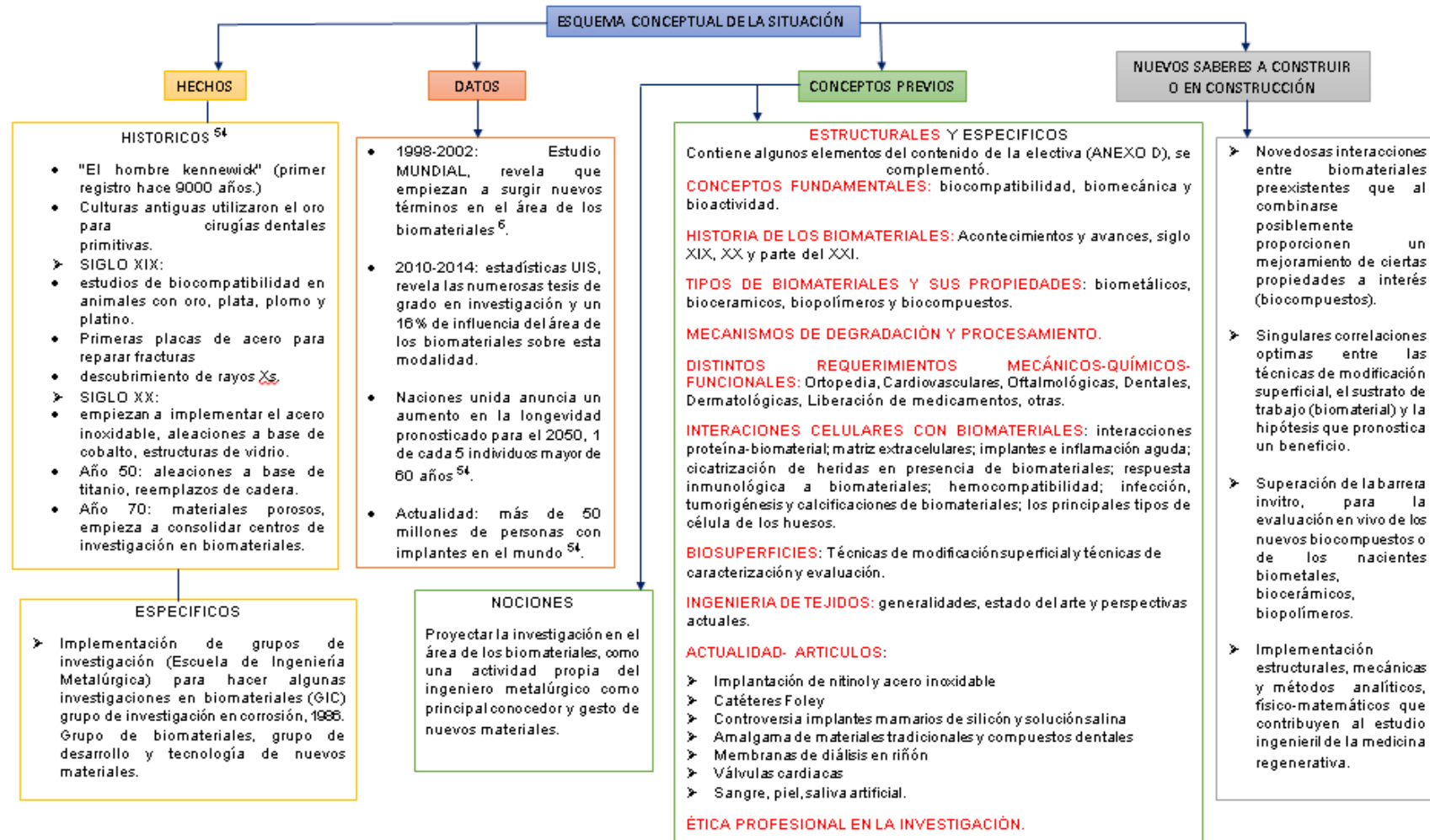
6.2.3 Técnicas de Recolección y Registro de Datos: Las técnicas utilizadas para la recolección de los datos corresponden a:

Análisis de documento. Como estrategia cualitativa el análisis de documento⁵⁴ permite recoger información, posee un carácter indirecto o no interactivo; puede desarrollarse sobre documentación oficial como: revistas, documentos internos, estatutos, expedientes personales o sobre documentación personal como: diarios, cartas, autobiografías, entre otros.

Mediante esta técnica en la presente investigación se pretende revisar los documentos referidos a: los manuales de procedimiento para trabajo en laboratorio, en los cuales se explica las normativas de cuidado, higiene, manejo de equipos,

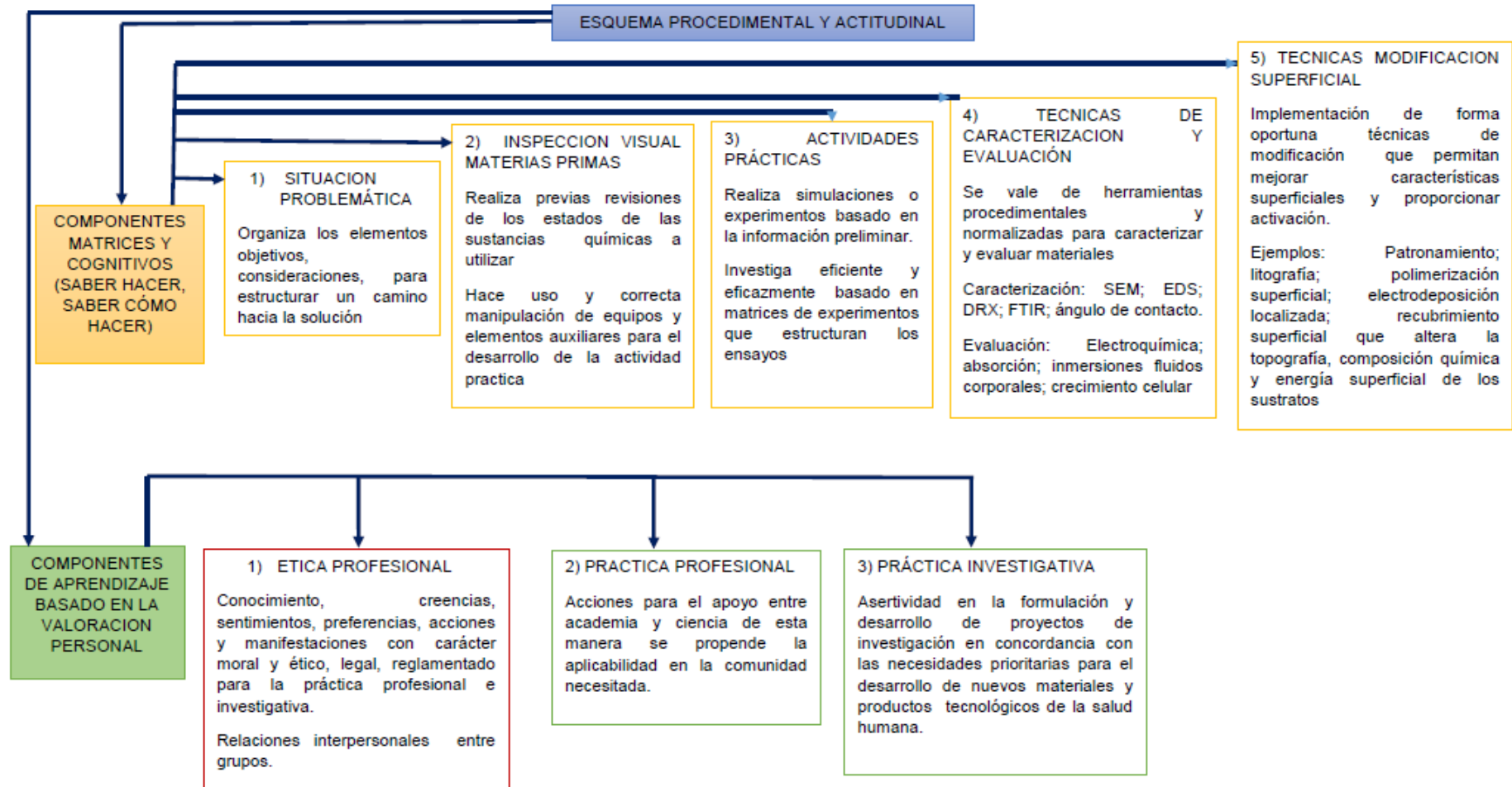
⁵⁴ FOLGUEIRA BERTOMEU, Pilar. Métodos y técnicas de recogida y análisis de información cualitativa. Buenos Aires: Editorial Universidad de Barcelona, 2009, p. 18.

Figura 1. Esquema conceptual de la asignatura Ciencia de los Biomateriales



⁵⁵ DUFFO, Op cit., p. 9-11.

Figura 2. Esquema procedimental y actitudinal de la asignatura Ciencia de los Biomateriales



reactivos, entre otras y las diferentes regulaciones para garantizar la preservación del medio ambiente y la armonía con la actividad investigativa desde la ética profesional; también, el proyecto educativo para la formación del ingeniero metalúrgico, el currículo de la asignatura Ciencia de los Biomateriales y las producciones literarias de los estudiantes como los informes de laboratorio, los proyectos desarrollados en conjunto con las diferentes empresas, los trabajos en clase y evaluaciones pertinentes.

Las entrevistas. Como estrategia cualitativa la entrevista⁵⁶ posee un carácter directo o interactivo, permite obtener información de forma personalizada y oral sobre los acontecimientos vividos y los aspectos subjetivos de los informantes en relación a la situación que se está estudiando; según el grado de estructuración de la entrevista se puede utilizar una entrevista estructurada, semiestructurada y no estructurada.

Para el caso de la presente investigación se pretende realizar la entrevista semiestructurada²³ ya que permite conversar con los entrevistados, es decir, los profesionales de Ingeniería Metalúrgica que se desempeñan actualmente en el área de los Biomateriales de una manera más abierta, para profundizar y aclarar cualquier malentendido, facilitar la empatía y producir respuestas no esperadas con una sencilla guía de los temas a tratar; de manera más específica, estos ejes temáticos pueden referirse a las dificultades y falencias que presentaron los profesionales al iniciar sus prácticas profesionales y las medidas que asumieron para lograr consolidar su práctica.

Las observaciones. Como estrategia cualitativa la observación⁵⁷ se centra en la contemplación de los diferentes fenómenos bajo la respectiva dinámica involucrada. Es necesario planificar la observación desde cuestionamientos básicos como: ¿qué observar?, ¿para qué?, ¿cómo observar?, ¿dónde observar?. Los docentes-investigadores se enfrentarán a la observación de las acciones, procesos o

⁵⁶ *Ibíd.*, p. 19.

⁵⁷ *Ibíd.*, p. 26-27.

situaciones a las que se expongan los estudiantes y los mismo docentes, tales como: el desarrollo de las sesiones de clase teórica, laboratorios, clases prácticas, visitas técnicas y el desarrollo de proyectos en la asignatura Ciencia de los Biomateriales que ha sido modificada previamente en la presente propuesta investigativa, sin perder de vista la implementación de la estrategia de proyectos.

Entre las técnicas de registro de datos se pueden considerar a aquellas herramientas que dejan constancia de los datos seleccionados, por ejemplo: las grabaciones de audio que registran las entrevistas a los profesionales de Ingeniería Metalúrgica y los diarios de campo con las observaciones captadas de las diferentes acciones, situaciones, comportamientos y procesos que experimenten los docentes y estudiantes.

6.2.4 Proceso de Análisis: El proceso de análisis continuo que involucra el microanálisis⁵⁸ y consiste en una sucesión durante la cual se desarrolla la segmentación y codificación de los datos para el posterior análisis interpretativo; el investigador cumple un papel fundamental durante este proceso porque es el encargado de manejar, ordenar y relacionar la información; es de gran importancia durante este proceso sistematizar la información en categorías para facilitar la aproximación a lo que realmente dicen los datos; finalmente no desconocer, que el proceso explicativo se alimenta de las conceptualizaciones elaboradas por el investigador para lo cual el investigador puede implementar herramientas analíticas como la formulación de preguntas y las comparaciones para comprender en mayor medida los datos. De esta manera se puede decir, que el procesos de análisis comprende gran parte del trabajo investigativo debido al carácter reflexivo involucrado durante la presente metodología de la investigación acción.

6.2.5 Cronograma de Actividades: Para el desarrollo de las actividades de la propuesta de investigación en el aula se construye el cronograma de la figura 3, el cual distribuye a lo largo de 28 semanas el desarrollo del proyecto a cabalidad,

⁵⁸ FORERO BULLA. Op. cit., p. 41-43.

dentro de las cuales 12 semanas corresponden al trabajo reflexivo del docente frente a la contextualización y la elaboración de la propuesta, que involucra el diseño de la aplicación de la estrategia de proyectos y se revisa parte de las contribuciones planteadas desde el presente esbozo de propuesta, para posteriormente, durante 16 semanas desarrollar la propuesta con los estudiantes y elaborar el informe final.

Figura 3. Cronograma de actividades para la investigación

| Actividad/ tiempo (semanas) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Fundament o teórico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fase 1: contextuali zación del problema | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fase 2: elaboració n de la propuesta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fase 3: desarrollo de la propuesta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estructurac ión del informe final | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

6.3 EJEMPLO DE DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA

A continuación se hace la planeación para el desarrollo de la unidad referida a las técnicas de caracterización y evaluación en Biomateriales durante cuatro semanas, que incluye el desarrollo de la temática de manera teórica y práctica a partir de la estrategia de enseñanza y aprendizaje basada en proyectos.

Tabla 1. Diseño de la Unidad Didáctica

| UNIDAD: TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN EN BIOMATERIALES | |
|--|--|
| Intensidad presencial para el desarrollo de la unidad: 24 horas repartidas en un mes | Intensidad semanal presencial: 6 horas |

| | |
|--|--|
| <p>Intensidad teórica: 5; intensidad práctica:19 Trabajo independiente: 24 horas</p> | |
| <p><u>COMPETENCIAS A DESARROLLAR:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> * Conoce las principales técnicas de caracterización y evaluación en los Biomateriales. * Utiliza adecuadamente las técnicas de caracterización y evaluación en los Biomateriales. * Practica toda actividad investigativa consciente de las consecuencias de las acciones y con propiedad de las responsabilidades como futuro profesional. | |
| <p><u>OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudia los fundamentos conceptuales de cada una de las principales técnicas de caracterización y evaluación en Biomateriales. -Estudia los fundamentos prácticos para la implementación de cada una de las principales técnicas de caracterización y evaluación en Biomateriales. -Construye un plan de proyecto incorporando los conceptos y técnicas de caracterización y evaluación propias de los Biomateriales. - Comunica los diferentes cuestionamientos que surgen durante el proceso de desarrollo del proyecto de investigación grupal con claridad y oportunidad. - Participa de las discusiones y decisiones grupales entorno a la problemática de investigación de manera activa. - Reconoce la importancia de la estrategia del aprendizaje basado en proyectos, para favorecer la formación integral y el aprendizaje significativo. - Conformar y trabaja en equipo, reconociendo y asumiendo el rol que le favorece al mismo. -Implementa presaberes y nuevos conocimientos obtenidos sobre la Ciencia de los Biomateriales para el desarrollo del proyecto de investigación como evidencia del aprendizaje significativo. -Analiza y reflexiona datos o fenómenos producto de la investigación de coherente y organizada. -Relaciona diferentes fuentes de información durante el trabajo investigativo de manera adecuada. -Organiza y planifica cada una de las actividades que propenderán por el desarrollo del proyecto de investigación. | |
| <p><u>ACTIVIDADES / DESARROLLO DE LAS CLASES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Actividad 1: exposición de las principales técnicas de caracterización y evaluación en Biomateriales por el docente. (3 horas presenciales) -Actividad 2: visita técnica al laboratorio de ensayos para familiarizarse con la práctica de las técnicas. (3 horas presenciales) -Actividad 3: organización de los equipos de trabajo de 4 estudiantes, teniendo en cuenta la heterogeneidad en las capacidades de los participantes, para que exista | |

un trabajo equitativo y colaborativo de todas las actividades prácticas, reflexivas y análisis que se den en torno al desarrollo del proyecto.

-Actividad 4: teniendo en cuenta las técnicas de caracterización y evaluación de biomateriales, se podrá definir la temática a tratar durante la investigación por cada uno de los grupos. Se recomienda revisar la factibilidad técnica (reactivos, equipos, materiales en el laboratorio).

-Actividad 5: definir el problema a abordar en el proyecto de investigación, puede considerarse como una etapa inicial para la consolidación de la problemática mediante la construcción de un plan de proyecto donde se especifique el título, los objetivos, justificación, el marco teórico (estado del arte, conceptos) y la metodología experimental (preparación de los sustratos, procedimientos, normativas, las técnicas de caracterización y evaluación superficial a tener en cuenta).

-Actividad 6: El diseño de experimentos es un elemento central a proponer de manera conjunta al plan de proyecto, porque permitirá identificar las variables a trabajar con el fin de evaluar los resultados bajo varias consideraciones estadísticas. Los estudiantes pueden consultar al docente sobre las variables que asumirán y las constantes que delimiten, incluso pueden disponer de los diferentes softwares que permiten obtener las matrices de ensayo, por ejemplo el Statgraphics que comúnmente se emplea en ingeniería.

Con las actividades 3, 4, 5 y 6 se consolida el plan de proyecto. (4 horas presenciales, 8 horas de trabajo independiente).

-Actividad 7: durante la implementación o desarrollo de las actividades prácticas, los estudiantes dispondrán de tiempo para el trabajo en el laboratorio, con los equipos, materiales y reactivos necesarios, en esta etapa se hace la preparación de muestras y la caracterización o evaluación de éstas. (6 horas presenciales, 6 horas de trabajo independiente)

-Actividad 8: Consolidación del informe final, el cual contiene la fundamentación de las actividades 3, 4, 5 y 6, más los respectivos ensayos, análisis y conclusiones. (6 horas presenciales, 10 horas de trabajo independiente)

- Actividad 9: Se hará la socialización mediante una exposición de los productos de investigación contenidos en el informe escrito de cada grupo, que promoverá la interacción y aprendizaje entre ellos mismos. (2 horas presenciales)

| EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE | REFLEXIÓN SOBRE LA ENSEÑANZA | MATERIALES |
|--|---|---|
| <p><u>Declarativas:</u></p> <p>-Identifica cada una de las diferentes técnicas de caracterización y evaluación de los biomateriales para</p> | <p>-El docente deberá asesorar a los estudiantes en cada una de las etapas del proyecto, estar pendiente de los</p> | <p>-Materiales de consulta como textos o artículos científicos disponibles en biblioteca, internet, base de datos que resulten pertinente para la</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p>disponer de herramientas de uso.</p> <p>-Relaciona los comportamientos y características de los biomateriales en acuerdo a los fines prácticos y alcances de cada técnica.</p> <p><u>Procedimentales:</u></p> <p>-Pone en práctica técnicas de caracterización, consciente de los alcances limitados.</p> <p>-Aborda la utilización de técnicas de evaluación de acuerdo a los objetivos de las investigaciones planteadas.</p> <p><u>Actitudinal:</u></p> <p>-Muestra responsabilidad en toda actividad en clase teórica o práctica y actividades extraclase como evidencia de su alta idoneidad.</p> | <p>cuestionamientos que surjan para enfrentarlos de manera oportuna, brindar los espacios y tiempos oportunos para el desarrollo del proyecto.</p> <p>-Los estudiantes realizarán dos entregas formales: el plan de proyecto, la presentación final (socialización). Y de manera complementaria las evidencias de trabajo práctico en laboratorio y de las pruebas de caracterización y evaluación de manera periódica.</p> <p>-El trabajo debe ser de carácter colaborativo, por lo cual asignar roles durante cada una de las actividades, deben saber lidiar con las diferentes dificultades y reportar de manera oportuna las observaciones de participación individual.</p> | <p>fundamentación y el análisis del proyecto investigativo.</p> <p>-Como recursos didácticos se cuenta con los equipos del aula tales como Video beam, tablero y computador.</p> <p>-Los laboratorios cuentan con los espacios de trabajo adecuados, los instrumentos indispensables para el desarrollo de actividades prácticas como la preparación y los equipos para las pruebas de caracterización o evaluación que resulten pertinentes implementar en cada proyecto.</p> <p>-Cuentan con la supervisión del docente y el personal técnico que favorezcan el avance sobre sus actividades, incluso cabe recordar que en los tiempos libre de los estudiantes pueden asistir y trabajar en el laboratorio en la medida que sea necesario.</p> |
|---|--|---|

7. CONCLUSIONES

El abordaje del presente esbozo de propuesta permite aportar a la solución del problema planteado respecto a la deficiencia de aspectos integrales para la formación del ingeniero metalúrgico, quien asume como campo de desempeño profesional los biomateriales, la respectiva investigación, el desarrollo de proyectos y los futuros estudios de posgrado relacionados con la industria biomédica.

El presente esbozo de propuesta integra fundamentos teóricos relacionados con los aprendizajes de los diversos contenidos curriculares que contribuyen a la formación integral del profesional metalúrgico, desde un enfoque Socio-constructivista que respalda el planteamiento de las competencias y la mediación del docente para implementar la Estrategia de Enseñanza-Aprendizaje y la Investigación en el Aula que dará seguimiento al desarrollo de la propuesta.

La organización del presente esbozo se orienta desde el enfoque de la Investigación Cualitativa y la metodología de Investigación-Acción para definir como primer componente de trabajo el planteamiento de competencias declarativas, procedimentales y actitudinales y como segundo componente la investigación permanente en aula tras la implementación de la Estrategia de Enseñanza-Aprendizaje Basada en Proyectos para el desarrollo de las unidades didácticas.

El esbozo de propuesta involucra aspectos que también son evidentes en otros antecedentes investigativos como: los de Ángela B.C Arnt, López-Paniagua y colaboradores, Bess Reyes y Gallardo López, Elsi Amalia Ferrer Carbonell, Ramón Costa Castellón, Vicenc Puig y Joaquín Blesa con relación a la intencionalidad teórico-práctica de la asignatura, la consideración de competencias de tipo declarativo, procedimental y actitudinal que contribuyen a la formación integral del profesional y la formulación de proyectos como estrategia de enseñanza y aprendizaje.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ El docente, quien en primera instancia es un experto en el área de los Biomateriales necesita capacitarse en los aspectos adicionales relacionados con su práctica pedagógica y los lineamientos metodológicos para la mediación del aprendizaje en los alumnos.

- ✓ Generar una colaboración al docente de la asignatura Ciencia de los Biomateriales a través de un asistente que brinde el acompañamiento para hacer las observaciones, entrevistas y demás actividades durante el desarrollo de la propuesta.

- ✓ Organizar sistemáticamente la información para generar un informe que dé cuenta del desarrollo realizado durante la investigación y la implementación de la propuesta, permitiendo realimentar la experiencia con los estudiantes progresivamente y favoreciendo el futuro proceso de divulgación de la experiencia.

- ✓ El docente debe diseñar las demás unidades didácticas para el desarrollo de los contenidos y las competencias en el estudiante, a través de la estrategia de proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

ACODESI, Asociación de Colegios Jesuitas de Colombia. La formación integral y sus dimensiones. Colección propuesta educativa No. 3. Editorial Kimpres Ltda. Bogotá, D.C. Colombia. Julio, 2005. p. 9-168.

ARNT, Ángela. Clases prácticas en el curso de Ingeniería de Materiales. En: Revista de Formación Universitaria. 2010. Vol. 3 N° 4, p. 41-46.

BARRIGA, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo. Constructivismo y Aprendizaje significativo En: Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: McGraw-Hill/Interamericana, 2010, p. 23-49.

BESS REYES, Tania y GALLARDO LÓPEZ, Teresita de Jesús. Indicadores de formación sociocultural para el desempeño del futuro ingeniero en Metalurgia y Materiales. En: Revista de Pedagogía Universitaria. 2014. Vol. XIX N° 3, p. 40-57.

CORREDOR MONTAGUT, Marta Vitalia; PÉREZ ANGULO, Martha Ilce y ARBELÁEZ LOPEZ, Ruby. Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2009, p. 5-231.

COSTA CASTELLÓN, Ramón; PUIG, Vicenc; BLESA, Joaquín. Introducción a la Diagnósis de Fallos basada en Modelos mediante Aprendizaje basado en Proyectos. En: Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial. 2016. Vol. 13, p. 186-195.

CRUZ, Elicet. ESCORS, Pere. GUIXÉ, Jordi. IZQUIERDO, Gorka. MASPONS, Ramón. ORTIZ, Ivette. La vigilancia tecnológica en el sector de los nuevos materiales: Biomateriales, polímeros y plásticos, cerámicos, vidrios y materiales de construcción. IALE tecnología. 2003. p. 17-44.

DUFFO, Gustavo. Materiales y materias primas, Biomateriales, guía didáctica. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 2011. p. 1-43. <<http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/biometales.pdf>> [citado el 9 de agosto de 2015].

ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA. Variaciones de modalidad de trabajo de grado entre 2010 y 2014. (Registros y estadísticas, inéditas). Institución Educación Superior Pública. Bucaramanga. 2015. p. 1-11.

FERRER CARBONELL, Elsi Amalia. Estrategia de formación ambiental en la carrera Metalúrgica y Materiales del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. En: Revista de Pedagogía Universitaria. 2012. Vol. XVII N° 1, p. 39-60.

FOLGUEIRA BERTOMEU, Pilar. Métodos y técnicas de recogida y análisis de información cualitativa. Buenos Aires: Editorial Universidad de Barcelona, 2009, p. 1-42.

FORERO BULLA, Clara María. La investigación en el aula como estrategia de acción docente: Aproximación desde el paradigma cualitativo. En: Revista de Docencia Universitaria. 2010. Vol. 11, p. 13-54.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: ICONTEC, 2016.

INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN PÚBLICA SUPERIOR SEDE BUCARAMANGA. Proyecto educativo del programa de ingeniería metalúrgica. Bucaramanga, 2013, p. 1-66.

LÓPEZ, Ignacio; NIETO, Rafael; RODRÍGUEZ, Javier; GONZÁLEZ, Celina y JIMÉNEZ, Ángela. Clases prácticas: una herramienta esencial en la enseñanza de

ingenierías en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. En: Revista Teorías y Buena práctica. 2011. Vol. 86 N° 5, p. 523-530.

NEWELL, James. Ciencia de los materiales, aplicaciones en ingeniería. México. Alfaomega. 2011. p. 272-294.

STRAUSS, Anselm y CROBIN, Juliet. Bases de investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2002, p. 1-354.

VILLAMIZAR LUNA, Constanza. Currículo. Bucaramanga: UIS-CEDEDUIS. (Material sin publicar) 2016, p. 5-134.

ANEXOS

ANEXO A. COMPETENCIAS DECLARATIVAS CON SUS RESPECTIVOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS

- ✓ Competencia: Reconoce los conceptos generales como: biocompatibilidad, biomecánica y bioactividad para fundamentar su aprendizaje.
 - Criterio de evaluación: Relaciona y sitúa los conceptos fundamentales de la Ciencia de los Biomateriales en otros campos disciplinares.
 - Evidencia de desempeño:
 - *Implementa los diferentes conceptos técnicos fundamentales para utilizarlos correctamente en el desarrollo de temáticas relacionadas.
 - *Aplica los conceptos fundamentales en actividades como (talleres, tareas y consultas) y la lectura comprensiva de artículos.

- ✓ Competencia: Reconoce la historia, consolidación y trascendencia de la Ciencia de los biomateriales para concientizarse de la importancia.
 - Criterio de evaluación: Problematiza los eventos más trascendentes en la historia y la consolidación de la Ciencia de los Biomateriales.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Valora los diferentes sucesos trascendentes que hacen parte de la historia de los Biomateriales.
 - *Comunica de manera oral o escrita datos, sucesos o evidencias históricas durante actividades como (construcción de estados de arte para miniproyectos o situaciones problemas que lo necesiten)

- ✓ Competencia: Identifica, diferencia y relaciona los tipos de biomateriales tales como biometales, biocerámicas, biopolímeros, biocompuestos, estructurales y funcionales, así como los aspectos relacionados a aplicaciones, limitaciones, estructuras y propiedades respectivas.

- Criterio de evaluación: Analiza en la práctica los tipos de Biomateriales de acuerdo a su naturaleza (estructural y propiedades) y las aplicaciones o limitaciones respectivas.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Relaciona estructura y propiedades de los biomateriales con su respectivo comportamiento para abordar situaciones problema.
 - *Identifica las aplicaciones y limitaciones de los biomateriales para proyectar su utilidad en casos hipotéticos.
- ✓ Competencia: Conoce las técnicas de caracterización y evaluación para determinar características y comportamientos de los biomateriales.
- Criterio de evaluación: Diferencia las técnicas fundamentales de caracterización y evaluación de los biomateriales para amortiguar de mejor manera la actividad investigativa.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Identifica cada una de las diferentes técnicas de caracterización y evaluación de los biomateriales para disponer de herramientas de uso.
 - *Relaciona los comportamientos y características de los biomateriales en acuerdo a los fines prácticos y alcances de cada técnica.
- ✓ Competencia: Reconoce la utilidad e importancia de las diferentes técnicas de modificación superficial para fundamentar su aplicación.
- Criterio de evaluación: Diferencia las técnicas fundamentales de modificación superficial en los biomateriales consecuente a las tendencias actuales de investigación.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Identifica cada una de las diferentes técnicas de modificación superficial de los biomateriales.
 - *Conoce los alcances y mejoras de implementar cada una de las técnicas de modificación superficial en casos específicos.

- ✓ Competencia: Identifica las propiedades mecánicas, propiedades de degradación y mecanismos de procesamiento de los diferentes tipos de biomateriales para fundamentar su posterior práctica.
 - Criterio de evaluación: Expone con argumentos las características y propiedades mecánicas, de degradación y procesamiento básico de los diferentes biomateriales para conocer parte de sus propiedades más importantes.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Identifica propiedades mecánicas, de degradación y procesamiento propias de cada tipo de biomaterial.
 - *Interrelaciona cada una de estas propiedades para ser consecuentes con una respuesta generalizada de los biomateriales bajo condiciones específicas.

- ✓ Competencia: Distingue los diferentes requerimientos Mecánico, químicos y funcionales de acuerdo a los campos: Ortopédico, Cardiovascular, Oftalmológico, Dental, Dermatológico, Liberación de medicamentos, otras.
 - Criterio de evaluación: Identifica los diferentes aspectos Mecánico, químicos y funcionales en acuerdo a diferentes áreas de la medicina para afianzar los aportes ingenieriles.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Identifica las necesidades de tipo mecánico, químico y funcional de las diferentes áreas de la medicina que se relacionan con los biomateriales.
 - *Cita ejemplos aplicativos de los biomateriales en cada una de las áreas de la medicina en relación con la naturaleza del biomaterial específico.

- ✓ Competencia: Comprende los principios básicos y mecanismos de interacción entre el entorno biológico y el biomaterial para ser consecuente con los fenómenos presentes en cada situación.

- Criterio de evaluación: Analiza los fenómenos relacionados a las interacciones interfaciales entre biomateriales y entornos biológicos para ser consecuente con los fenómenos investigados.
 - Evidencia de desempeño:
 - *Explica la importancia de las propiedades superficiales de un biomaterial para ser consecuente de la interacción interfacial.
 - *Identifica las propiedades y estructuras de los sistemas biológicos que interviene en relaciones interfaciales.
- ✓ Competencia: Describe las líneas de investigación y los nuevos avances que marcan el futuro de los biomateriales para participar activamente en ellas.
- Criterio de evaluación: Indaga activamente sobre las tendencias actuales de investigación que se relacionan con los biomateriales.
 - Evidencia de desempeño:
 - *Plantea situaciones problema y la temática de miniproyecto en relación a los avances actuales y realiza lecturas complementarias de carácter actual.
- ✓ Competencia: Reconoce la trascendencia de la ingeniería de tejidos y las perspectivas actuales para mantenerse al tanto de las causas y sus avances.
- Criterio de evaluación: Indaga activamente sobre las tendencias actuales de investigación en ingeniería de tejidos como una manera de crear interés en el avance previo de investigaciones in vitro o en el laboratorio.
 - Evidencia de desempeño:
 - *Reconoce los alcances en ensayos in vitro como la primera etapa para forjar posibles soluciones en la investigación de los biomateriales.
- ✓ Competencia: Asimila las normativas, reglamentaciones, prácticas y comportamiento propios de para la investigación de un tema científico.
- Vivencia las diferentes normativas, reglamentaciones, prácticas y comportamiento para ser consciente de la ética que implica el área.
- Evidencia de desempeño:

*Reconoce las normativas y reglamentaciones para desarrollar actividades investigativas responsables.

*Reconoce los comportamientos y prácticas éticas y morales que fundamentan la práctica investigativa desde microproyectos.

ANEXO B. COMPETENCIAS PROCEDIMENTALES CON SUS RESPECTIVOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS

- ✓ Competencia: Utiliza los conocimientos teóricos adquiridos para el desarrollo de actividades prácticas.
 - Criterio de evaluación: Implementa oportuna y correctamente los conocimientos adquiridos de manera teórica para el desarrollo de actividades prácticas relativas a la investigación de los biomateriales.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Aborda las situaciones problemas con fundamentación perceptible.
 - *Desarrolla de manera adecuada las actividades prácticas de laboratorio.
 - *Expresa opiniones fundamentadas para discutir sobre temas de biomateriales.

- ✓ Competencia: Utiliza adecuadamente las técnicas de caracterización y evaluación de los biomateriales para actividades investigativas.
 - Criterio de evaluación: Implementa adecuadamente las técnicas de caracterización y valuación de comportamientos y estados de los biomateriales de acuerdo a las necesidades previamente consideradas.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Pone en práctica técnicas de caracterización, consciente de los alcances limitados.
 - *Aborda la utilización de técnicas de evaluación de acuerdo a los objetivos de las investigaciones planteadas.

- ✓ Competencia: Aplica las técnicas de modificación superficial para suplir las necesidades planteadas por las situaciones problema.
 - Criterio de evaluación: Implementa las técnicas de modificación superficial oportuna y consecuentemente con las necesidades planteadas por la investigación y las hipótesis consideradas frente a su solución.
 - Evidencias de desempeño:
 - * Responde a las necesidades de modificación superficial de un biomaterial valiéndose de los recursos técnicos previamente estudiados.

- ✓ Competencia: Identifica y formula situaciones problemas para orientar el cuestionamiento y las investigaciones.
 - Criterio de evaluación: Desarrolla actividades de investigación desde situaciones problema, miniproyectos de área de manera organizada, eficiente, eficaz, teniendo previa consideración de los múltiples factores que intervienen.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Evalúa minuciosamente y considera las diferentes opciones de viabilidad y trascendencia para plantear situaciones problemas.
 - *Aborda las situaciones problema y las investigaciones con eficiencia y eficacia.

- ✓ Competencia: Organiza diseños de experimentos para orientar el desarrollo de ejercicios investigativos.
 - Criterio de evaluación: Organiza diseños de experimentos que consideren la totalidad de las variables a intervenir y la cantidad de ensayos necesarios para que los resultados adquieran validez.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Plantea matrices de experimentos.
 - *Implementa los métodos de análisis estadísticos que validan los resultados obtenidos.

*Organiza adecuadamente las variables de entrada y respuesta de acuerdo a la situación.

- ✓ Competencia: Diseña construye y optimiza procedimientos para el trabajo de laboratorio, la manipulando sustancias y preparación de simulaciones con fines investigativos.
 - Criterio de evaluación: Desempeña actividades de laboratorio de manera creativa frente a construcción de simulaciones y responsable frente a cuestiones de salud y prevención de accidentes.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Simula condiciones de trabajo necesarias para desarrollar actividades de investigación.
 - *Practica adecuadamente las normativas de seguridad y manipulación de sustancias y elementos dentro del laboratorio

- ✓ Competencia: Implementa adecuadamente las materias primas para la construcción de probetas o cupones que sirven de apoyo a actividades investigativas.
 - Criterio de evaluación: Adapta y transforma bajo normas preestablecidas materiales de uso industrial para servir directamente a la solución de situaciones problema y se sirve de nuevas tecnologías para suplir las necesidades.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Manipula adecuadamente las materias primas de acuerdo a su grado de peligrosidad.
 - *Modifica las materias primas mediante procedimientos mecánicos o térmicos necesario.
 - *Implementa las nuevas tecnologías en la medida que sean necesarias.

- ✓ Competencia: Utiliza oportunamente las diferentes fuentes de información científica (revistas, tesis, bases de datos) que permiten complementar los conocimientos previamente adquiridos.
 - Criterio de evaluación: Maneja con autonomía las diversas fuentes de información para garantizar el aprendizaje autodidacta
 - Evidencias de desempeño:
 - *Accede con agilidad y conveniencia a las diferentes fuentes de información para complementarse.
 - *Diferencia y es selectivo en la información útil y verídica de calidad.

- ✓ Competencia: Construye los propios conceptos a partir de las fundamentaciones previstas para ser gestores activos de la ciencia.
 - Criterio de evaluación: Es gestor de nuevos conocimientos fundamentado en aprendizajes previos otorgados por autores, científicos o colegas.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Platea hipótesis para fundamentar investigaciones.
 - *Describe y analiza datos obtenidos a partir de los ensayos o pruebas durante las investigaciones.

ANEXO C. COMPETENCIAS ACTITUDINALES CON SUS RESPECTIVOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS

- ✓ Competencia: Asume posiciones éticas para responder a los cuestionamientos que surjan en la investigación y la práctica profesional asociada a los biomateriales.
 - Criterio de evaluación: Actúa moralmente de acuerdo a los principios éticos que se acogen a la situación o cuestión relacionada a la investigación de los biomateriales.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Vivencia constantemente los principios éticos vigentes.

*Demuestra pertinencia y propiedad de sus acciones.

- ✓ Competencia: Implementa metodologías y regulaciones para garantizar la preservación del medio ambiente y la armonía con la actividad investigativa.
 - Criterio de evaluación: Muestra respeto y cuidado frente a la relación que establece el hombre con el entorno natural dada su actividad investigativa y profesional.
 - Evidencia de desempeño:
 - * Utiliza los diferentes dispositivos y recursos físicos para evitar la eliminación inadecuada de sustancias químicas, vapores o residuos peligrosos.

- ✓ Competencia: Practica toda actividad investigativa consciente de las consecuencias de las acciones y con propiedad de las responsabilidades como futuro profesional.
 - Criterio de evaluación: Demuestra idoneidad y responsabilidad para el desempeño profesional e investigativo.
 - Evidencia de desempeño:
 - *Muestra responsabilidad en toda actividad en clase teórica o práctica y actividades extraclasses como evidencia de su alta idoneidad.

- ✓ Competencia: Desarrolla con propiedad actividades de investigación de corto y largo alcance, evidenciando un alto compromiso y exigencia en las múltiples facetas.
 - Criterio de evaluación: Desarrolla con pertinencia proyectos de investigación para evidenciar la alta exigencia personal y profesional.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Evidencia propiedad en cada una de las acciones.
 - *Muestra compromiso total en el desarrollo de las actividades.

- ✓ Competencia: Interactúa cooperativamente con profesionales afines para responder de manera interdisciplinaria a la investigación de los Biomateriales.

- Criterio de evaluación: Interviene interdisciplinariamente al desarrollo de actividades de investigación para procurar la diversidad de perspectivas en bien de la humanidad en cuestiones de salud.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Coopera activamente durante experiencias de trabajos en grupo.
 - *Valida opiniones y conocimientos interdisciplinarios que puedan orientar las bases de las investigaciones.
- ✓ Competencia: Mantiene las buenas relaciones interpersonales con el grupo de trabajo y en general con sus semejantes para ser gestores de buena convivencia y comunicación.
- Criterios de evaluación: Coopera e interviene en el desarrollo de actividades de manera individual y grupal con fines investigativos hacia los biomateriales siendo gestores de convivencia y comunicación
 - Evidencias de desempeño:
 - *Interactúa y muestra habilidades para desempeñarse en equipo de una manera activa y solidaria.
 - *Comunica y escucha a los demás de una manera competente o satisfactoria para propiciar el éxito de cualquier actividad.
- ✓ Competencia: Se apropia de la realidad social, política y económica para relacionarla directamente con el desarrollo tecnológico y científico de su país para la promoción de la salud humana.
- Criterio de evaluación: Comprende las problemáticas sociales, políticas y económicas de su región, país y el mundo en general relacionadas directamente con el desarrollo tecnológico y científico para la promoción de la salud humana.
 - Evidencias de desempeño:
 - *Conoce las necesidades en el área de la salud donde los biomateriales cumplen un papel importante.

*Reconoce las limitaciones y los alcances que puede tener la ciencia en Colombia.

*Participa en la promoción y desarrollo de la ciencia en Colombia desde pequeños proyectos de investigación

Anexo D. Programa actual de la Asignatura Biomateriales-electiva

| INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN PÚBLICA SUPERIOR ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES | | | |
|--|--------------|--|------------------------------|
| Nombre de la asignatura: BIOMATERIALES | | | |
| Código: | | Semestre: | Número de créditos: 2 |
| Intensidad horaria: 6 | | Requisitos: METALURGICA FISICA, TRATAMIENTOS TERMICOS | |
| TAD: 3 | | Ti:3 | |
| Teóricas: 3 | Prácticas: 0 | | |
| Talleres: | | Laboratorio | Teórico-práctica: |
| JUSTIFICACIÓN: | | | |
| <p>La ciencia de los biomateriales es una disciplina emergente de considerable desarrollo y enorme interés social y económico, de tal forma que constituye uno de los sectores estratégicos en los programas de investigación y desarrollo a nivel mundial. Esta ciencia es claramente interdisciplinar en la cual se necesita el trabajo conjunto de médicos, biólogos, químicos e ingenieros de materiales. Este curso se concentrará en presentar los conceptos básicos relacionados con los biomateriales, sus propiedades, diseño y aplicación desde el punto de vista de la ingeniería de materiales.</p> | | | |
| PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contribuir al conocimiento y la comprensión de conceptos básicos relacionados con los biomateriales, su aplicación y evaluación. ✓ Dar a conocer los principios básicos de materiales y biología para entender la relación entre la estructura, propiedades y el comportamiento de los biomateriales. ✓ Despertar el interés del estudiante en las aplicaciones de los materiales en biomedicina. | | | |
| OBJETIVOS DE APRENDIZAJE: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprender los principios básicos de la ciencia de los biomateriales. El logro de este objetivo implica que el estudiante: Lee comprensivamente artículos de investigación relacionados con el tema; Explica los conceptos de biocompatibilidad, biomecánica y bioactividad; Explica las propiedades de los biometales, biocerámicas, biopolímeros y biocompuestos; Identifica aplicaciones y limitaciones de los biometales, biocerámicas, biopolímeros y biocompuestos; Describe las líneas de investigación que marcarán el futuro de los biomateriales; Conoce las técnicas de caracterización de los biomateriales; Relaciona la estructura y propiedades con el comportamiento de los biomateriales. ✓ Comprender los principios básicos que rigen la interacción entre el entorno biológico y el material. El logro de éste objetivo implica que el estudiante: Lee comprensivamente artículos de investigación relacionados con el tema; Identifica las propiedades y estructura de los sistemas biológicos; Describe los mecanismos de interacción entre | | | |

el entorno biológico y el material; Explica la importancia de las propiedades superficiales del biomaterial.

CONTENIDOS:

1. INTRODUCCIÓN A LOS BIOMATERIALES

- 1.1 Conceptos generales
- 1.2 Historia de los biomateriales

2. BIOMATERIALES: TIPOS Y PROPIEDADES

- 2.1 Biomateriales metálicos
- 2.2 Biomateriales cerámicos
- 2.3 Biomateriales poliméricos
- 2.4 Biomateriales compuestos
- 2.5 Propiedades mecánicas
- 2.6 Degradación
- 2.7 Procesamiento

3. INTERACCIONES CELULARES CON BIOMATERIALES

- 3.1 Interacciones de proteínas con biomateriales
- 3.2 Matriz extracelular
- 3.3 Implantes e inflamación aguda
- 3.4 Cicatrización de heridas en presencia de biomateriales
- 3.5 Respuesta inmunológica a biomateriales
- 3.6 Hemocompatibilidad
- 3.7 Infección, tumorigénesis y calcificación de biomateriales

4. BIOSUPERFICIES: MODIFICACIÓN SUPERFICIAL Y ANÁLISIS

- 4.1 Técnicas de modificación superficial
- 4.2 Técnicas de caracterización

5. INGENIERÍA DE TEJIDOS

- 5.1 Introducción
- 5.2 Estado del arte y perspectivas actuales

6. BIOMATERIALES PARA LA LIBERACIÓN CONTROLADA DE SUSTANCIAS

- 6.1 Métodos
- 6.2 Ventajas y desventajas
- 6.3 Avances actuales

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE:

Con el propósito de apoyar el logro de los objetivos de la asignatura se realizará el trabajo de acompañamiento directo al estudiante y el apoyo al trabajo independiente, para los

cuales se utilizarán las siguientes estrategias:

- ✓ Clase magistral y talleres de ejercicios
- ✓ Trabajo individual y grupal
- ✓ Resolución de ejercicios en clase
- ✓ Exposición con preguntas intercaladas y con evaluación de los pares
- ✓ Lectura comprensiva de textos y artículos científicos
- ✓ Elaboración de un artículo tipo "review"

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Indicadores de aprendizaje

- ✓ Realiza lecturas previas para participar en las discusiones y realizar las reelaboraciones respectivas.
- ✓ Participa en discusiones con argumentos fundamentados en revisiones bibliográficas previas y/o lectura de textos básicos.
- ✓ Colabora de manera significativa en las discusiones y el desarrollo de los trabajos de taller y de los grupos de trabajo.
- ✓ Aporta y recibe sugerencias sobre los trabajos realizados durante el desarrollo del curso.
- ✓ Atiende a las intervenciones y/o exposiciones de sus compañeros y participa en el proceso constructivo de las ideas de los pares y del grupo en general.
- ✓ Elabora a tiempo los trabajos propuestos en clase
- ✓ Sustenta los trabajos en informes presentados.

Indicadores de Evaluación

- ✓ Lee comprensivamente artículos de investigación relacionados con el tema
- ✓ Elabora textos escritos, talleres y tareas
- ✓ Expone y discute temas relacionados con la asignatura
- ✓ Asiste puntualmente a las clases teóricas

Equivalencia Cuantitativa

- ✓ 50% Evaluaciones escritas - Un quiz semanal
- ✓ 20% Competencia escrita - Review paper
- ✓ 20% Sustentación oral de review paper
- ✓ 10% Asistencia a clase

Se realizarán talleres y tareas para reforzar el aprendizaje, pero éstos no tendrán ningún valor numérico, pero si contarán para evaluar el logro de las competencias.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Introducción a la Microbiología. 2 volúmenes. Ingraham, J. L. & Ingraham, C. A.
2. Brock. Biología de los Microorganismos. Madigan, M.T., Martinko, J.M., Parker, J.

- Editorial Pearson, Prentice Hill. 2003. ISBN: 84-205-3679-2
3. *Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental*. Atlas, R.M., Bartha, R. Editorial Pearson, Prentice Hill. 2002. ISBN: 84-7829-039-7
 4. *Microbiology: An introduction*. M. J. Waites., N. L. Morgan., J. S. Rockey., G. Higton. 2001. Blackwell Science Ltd. ISBN: 0632053070
 5. *Microbiología*. Prescott, L. M., Harley, J. P. & Klein, D. A. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 1999. ISBN: 8448802617.
 6. *Biología Mediambiental*. Alan Scrag. Editorial Acribia, S.A.1999. ISBN: 84- 200-0954-7.
 7. *Manual práctico de microbiología*. Díaz, R., Gamazo, C. & López-Goñi, I. Editorial Masson, S. A. 1998. ISBN: 8445808591.
 8. *Manual práctico de microbiología*. Díaz, R., Gamazo, C. & López-Goñi, I. Editorial Masson, S. A. 1998. ISBN: 8445808591.
 9. Editorial Reverté, S. A. 1998. ISBN: 8429118705 (VOL. 1), 8429118713 (VOL. 2).
 10. IVAM: Training workshop for counterpart organisations in the UNIDO/UNEP-NCPC Programme. Amsterdam, March 1998
 11. *Manual of environmental microbiology*. Hurst, Ch., Knudsen, G. R., McInervey, M. J., Stetzenbach, L. D. & Walter, M. V. ASM Press. 1997. ISBN: 155581087X.
 12. Alzate Tejada Adriana María, "Ponencia para la Semana de la Salud Ocupacional", Directora De Proyectos, Centro Nacional De Producción Más Limpia.
 13. *Cleaner Production: A training resource package*. UNEP IE, Paris 1996, ISBN 92-807-1605-0
 14. H. Schnitzer et al.: *Cleaner Production Training Programme UNEP/UNIDO*. STENUM GmbH, A-8010 Graz, 1995
 15. *Ecology and evolution in Anoxic Worlds*. Fenchel, T. & Finlay, B. J. Oxford University Press. 1995. ISBN: 0198548370.
 16. DESIRE (DEmonstration in Small Industries for REducing Waste): From waste to profits - Experiences. UNIDO, Vienna 1995.
 17. NPC (National Productivity Council): *From waste to profits: guidelines for waste minimisation*, NPC, New Delhi 1994.