

**PROPUESTA DE USO DE AULAS VIRTUALES EN PROCESOS DE
FORMACIÓN EN UN PROGRAMA PRESENCIAL DE MAESTRÍA EN
INGENIERÍA BIOMÉDICA**

ALEJANDRO SANTA ARCINIEGAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
VICERRECTORIA ACADÉMICA
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA DE LA UIS
CEDEDUIS
BUCARAMANGA
2013**

**PROPUESTA DE USO DE AULAS VIRTUALES EN PROCESOS DE
FORMACIÓN EN UN PROGRAMA PRESENCIAL DE MAESTRÍA EN
INGENIERÍA BIOMÉDICA**

ALEJANDRO SANTA ARCINIEGAS

**Monografía presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Docencia Universitaria**

Directora:

CLARA MARIA FORERO BULLA

Mg. En Estructuras y Procesos del Aprendizaje

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
VICERRECTORIA ACADÉMICA
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA DE LA UIS
CEDEDUIS
BUCARAMANGA
2013**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	10
1. FORMACIÓN EN INGENIERÍA BIOMÉDICA EN COLOMBIA	12
1.1 ¿QUÉ ES INGENIERÍA BIOMÉDICA?	12
1.2 INICIOS DE LA INGENIERÍA BIOMÉDICA	14
1.3 INGENIERÍA BIOMÉDICA EN COLOMBIA	17
2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN COMO APOYO A LA ENSEÑANZA Y AL APRENDIZAJE	21
2.1 EDUCACIÓN VIRTUAL Y E-LEARNING	21
2.1.1 Conceptos	21
2.1.2 Evolución	22
2.1.3 Las e-actividades	23
2.1.4 Evaluación en línea	25
2.1.5 Rol del docente en la enseñanza en un entorno e-learning	25
2.1.6 Rol del estudiante en el aprendizaje en un entorno e-learning	26
3. PROPUESTA DE AULA VIRTUAL PARA APOYAR LOS PROCESOS EN UN PROGRAMA PRESENCIAL DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA	28
3.1 PROCESOS DE DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LAS E-ACTIVIDADES	28
3.2 PROCESOS DE MOTIVACIÓN, ACOGIDA Y PROGRESO DE LAS E- ACTIVIDADES	31
3.3 PAPELES DE ESTUDIANTES Y PROFESORES EN EL AULA VIRTUALIZADA	32
BIBLIOGRAFÍA	33

DEDICATORIA

A Dios y a mi mamá que nunca me han permitido desfallecer.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Martha Vitalia por su compromiso y por ser ese punto de referencia en el proceso de mediación.

A la profesora Clara María por su infinita paciencia y acompañamiento.

A mis nuevos amigos de la promoción 28, especialmente a Vianney, Jairo, Diego y Milena, que me recibieron como una familia y me han llevado de la mano en la finalización de este proyecto, dándome fuerza y motivación.

A mi Universidad Industrial de Santander, siempre publica, siempre nuestra.

RESUESPA

TÍTULO: PROPUESTA DE USO DE AULAS VIRTUALES EN PROCESOS DE FORMACIÓN EN UN PROGRAMA PRESENCIAL DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA*

AUTOR: ALEJANDRO SANTA ARCINIEGAS**

PALABRAS CLAVE: Ingeniería Biomédica, Aula Virtual, E-Learning

Actualmente la Ingeniería Biomédica es una profesión naciente en Colombia, debido a la necesidad de ingenieros calificados en el sector de la salud. Anterior al auge de esta profesión, la necesidad de estos profesionales era cubierta por ingenieros que adquirirían competencias y conocimientos para desempeñarse en el área, mediante experiencias laborales enfocadas en su profesión. Sin embargo, en los últimos años debido a la amplia demanda de profesionales en el sector, la aparición de variados programas académicos de pregrado y a la importancia de investigaciones realizadas en este campo, se ha generado la necesidad de formación a nivel de maestría en este área, donde es importante considerar el uso de herramientas tecnológicas que garanticen la calidad de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

En este contexto, las aulas virtuales han tenido especial acogida en los procesos educativos mediados por tecnologías, cuyos enfoques curriculares tecnológicos, identifican al estudiante como centro y protagonista de su propio aprendizaje, dejando de lado el modelo de enseñanza centralizado en el docente. Para éste último, el rol cambia de un transmisor de datos a un mediador, favoreciendo la construcción de conocimiento mediante el ofrecimiento de experiencias tecnológicas.

Este trabajo pretende identificar las características o lineamientos que se deben tener en cuenta para implementar aulas virtuales que agreguen valor a los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de un programa presencial de Maestría en Ingeniería Biomédica.

* Trabajo de grado

** Universidad Industrial de Santander. Especialización en Docencia Universitaria. Directora: Clara María Forero. Magister en Educación

RESUINGLES

TITLE: PROPOSED USE OF VIRTUAL CLASSROOM TRAINING PROCESS IN A CLASSROOM PROGRAM IN BIOMEDICAL ENGINEERING MASTERS*

Author: Alejandro SANTA ARCINIEGAS**

Keywords: Biomedical Engineering, Virtual classrooms, E-Learning

Biomedical Engineering is an emerging profession in Colombia nowadays, due to the need for qualified engineers in the health sector. Previous to the rise of this profession, the lack for these kinds of professionals was covered by engineers who acquired skills and knowledge to work in the area, through focused work experience in their profession. However, in recent years due to the large demand for the above mentioned kinds of professionals in the sector, diverse undergraduate academic programs have been emerged carrying with them the importance of action research in this field, which has generated the need for master's level training in this area where it is important to consider the use of technological tools to ensure the quality of the teaching, learning and assessment.

In this context, the virtual classrooms have been particularly welcome in educational processes mediated by technology, whose technological curricular approaches identify the student as the center and star of their own learning, setting aside the model of the teacher-centered teaching. For this reason, the role changes from a data transmitter to a mediator, encouraging the construction of knowledge through the offer of technological experiences. This paper aims to identify the characteristics or guidelines that must be taken into account for the implementation of virtual classrooms that add value to the teaching, learning and assessment of a classroom program on Masters in Biomedical Engineering.

* Degree work

** Industrial University of Santander. Specialization in University Teaching. Director: Clara María Forero. Magister en Educación

INTRODUCCION

Actualmente la Ingeniería Biomédica es una profesión naciente en Colombia, debido a la necesidad de ingenieros calificados en el sector de la salud. Anterior al auge de esta profesión, la necesidad de estos profesionales era cubierta por ingenieros que adquirían competencias y conocimientos para desempeñarse en el área, mediante experiencias laborales enfocadas en su profesión. Sin embargo, en los últimos años debido a la amplia demanda de profesionales en el sector, la aparición de variados programas académicos de pregrado y a la importancia de investigaciones realizadas en este campo, se ha generado la necesidad de formación a nivel de maestría en este área, donde es importante considerar el uso de herramientas tecnológicas que garanticen la calidad de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Por otra parte, Colombia un país en vía de desarrollo e inmerso en un mundo globalizado, debe ponerse al día en el uso de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación. Debe prestar especial atención en los procesos educativos mediados por tecnologías, cuyos enfoques curriculares tecnológicos, identifican al estudiante como centro y protagonista de su propio aprendizaje, dejando de lado el modelo de enseñanza centralizado en el docente. Para éste último, el rol cambia de un transmisor de datos a un mediador, favoreciendo la construcción de conocimiento mediante el ofrecimiento de experiencias tecnológicas.

Debido a las nuevas tendencias curriculares que ofrecen experiencias direccionadas a enriquecer los procesos de educativos de programas de formación profesional formal, que se ofrecen en instituciones de educación superior y a la necesidad de formación en Ingeniería Biomédica, es posible preguntarse ¿qué características o lineamientos es importante tener en cuenta para implementar aulas virtuales de forma que agreguen valor a los procesos de

enseñanza, aprendizaje y evaluación de un programa presencial de Maestría en Ingeniería Biomédica?.

1. FORMACIÓN EN INGENIERÍA BIOMÉDICA EN COLOMBIA

1.1 ¿QUÉ ES INGENIERÍA BIOMÉDICA?

Existe un amplio número de definiciones alrededor del término de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería, se pueden encontrar desde las más generales a las más específicas, según Linsenmeier se entiende como la interrelación de la medicina y la ingeniería¹, Potvin la define como la disciplina que aplica principios y métodos de ingeniería, ciencia y tecnología para comprender y resolver problemas de biología y medicina² y Valentinuzzi como el campo de estudio que busca la aplicación de principios y métodos de las ciencias exactas en general, y de la ingeniería, en particular, a la solución de problemas de las ciencias biológicas y médicas³. Otras definiciones mucho más elaboradas fueron propuestas por la Fundación Whitaker, Institución norteamericana que se dedica a la investigación y al desarrollo de la especialidad en los Estados Unidos y define a la Ingeniería Biomédica como "...una disciplina que utiliza los conocimientos avanzados en ingeniería, biología y medicina para mejorar la salud humana a través de disciplinas que integran las ciencias de la ingeniería con las ciencias biomédicas y la práctica clínica..." Esto incluye: 1). La adquisición de nuevo conocimiento para la comprensión de los sistemas vivos a través de la aplicación de técnicas experimentales y analíticas. 2). El desarrollo de nuevos dispositivos, algoritmos, procesos y sistemas para mejorar la práctica médica y los servicios de salud..."⁴ y, la que propone el Comité de Bioingeniería del Consorcio Nacional del Instituto de Salud de los Estados Unidos el que señala: "... La Bioingeniería integra la física, la química, la matemática y las ciencias de la computación y los principios de la

¹ LINSSENMEIER R.A. What Makes a Biomedical Engineer? Defining the Undergraduate Biomedical Engineering Curriculum". *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 22,4, 32-38. July/August, 2003

² Biomedical Engineering Education: enrollment, courses, degrees and employment. *IEEE Transactions of Biomedical Engineering*, Potvin; A. R. Long F. M.

³ Introducción a la Bioingeniería. Serie: Mundo Electrónico. Marcombo Boixareu Editores. Página 3. Máximo Eugenio Valentinuzzi.

⁴ The Whitaker Foundation, Definition of Biomedical Engineering. Consultado el 16 de Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.whitaker.org>.

ingeniería para estudiar la biología, la medicina, el comportamiento y la salud humana, ésta descubre y emplea conceptos fundamentales, crea nuevo conocimiento desde el nivel molecular hasta los sistemas de órganos y desarrolla materiales biológicos, implantes, dispositivos y procesos para la prevención, el diagnóstico y tratamiento de pacientes en rehabilitación para el mejoramiento de la salud humana...”⁵

Como elementos comunes que pueden extraerse de las anteriores definiciones, se identifica que los términos “ingeniería” y “medicina” siempre están presentes, y si se analiza que el objetivo de la ingeniería es mejorar, mantener y restablecer el bienestar humano aplicando conocimientos de las ciencias exactas, mientras el objetivo de la medicina es mejorar, mantener y restablecer la salud humana (para su bienestar) aplicando conocimientos de las ciencias biológicas⁶, se puede fácilmente concluir que la Ingeniería Biomédica orienta el conocimiento para generar desarrollos en torno a la solución de problemas relacionados con salud humana. Cabe resaltar que en su lugar la Bioingeniería, amplía su objeto de estudio a todas las formas de vida⁷.

El Comité de Educación del “*Group of engineering in medicine and biology*” de la IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*, por sus siglas en inglés),

⁵ National Institute of Health Bioengineering Consortium. Consultado el 15 de Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.nibib.nih.gov/HealthEdu/ScienceEdu/BioengDef>

⁶ VALENTINUZZI, Máximo Eugenio. Introducción a la Bioingeniería. Serie: Mundo Electrónico. Marcombo Boixareu Editores. Página 3.

⁷ RÍOS RINCÓN, Adriana María; CRUZ, Antonio Miguel; RODRÍGUEZ CHEU, Luis Eduardo; CHAPARRO, Javier. Revista Ingeniería Biomédica ISSN 1909-9762, volumen 4, número 7, enero-junio 2010, págs. 23-34. La ingeniería biomédica en Colombia: una perspectiva desde la formación del pregrado.

(*GEMB/IEEE Newsletter*, de febrero de 1977, No. 61 pags. 7 a 10) establece las siguientes divisiones de la bioingeniería⁸:

- Ingeniería Biológica.
- Ingeniería Biomédica.
- Ingeniería Clínica.

Los límites de esta división no se encuentran bien definidos por lo tanto su campo de acción y sus competencias tienen gran cantidad de componentes transversales.

1.2 INICIOS DE LA INGENIERÍA BIOMÉDICA

Históricamente hablando, se puede afirmar que el origen de la Ingeniería Biomédica está relacionado con la instrumentación y específicamente con la electrofisiología. Hace más de 200 años el científico Emil du Bois- Reymond, publicó por primera vez, en 1848, su trabajo titulado “*Ueber die tierische Elektrizität*”, en el cual se mostró la evidencia de señales eléctricas que surgían del cuerpo humano. Posterior a esta investigación, surgieron avances significativos como el marcapaso para el corazón, el diseño de prótesis y otros dispositivos electrónicos que han permitido que la instrumentación biomédica colabore a los médicos y demás profesionales de la salud en el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes.⁹

En 1970, luego de la invención del transistor y su amplia utilización, inicia un auge por la electrónica de estado sólido y del procesamiento digital, que permiten el desarrollo de sensores piezoeléctricos, capacitivos e inductivos, y conjunto al manejo de los biopotenciales permiten el desarrollo de equipos destinados al monitoreo y cuidado de la salud. El desplazamiento de la tecnología de las válvulas al vacío por el transistor debido a sus ventajas, como son: bajo tamaño,

⁸ VALENTINUZZI Op. Cit.

⁹ RÍOS RINCÓN Op. Cit

baja disipación de calor, bajo consumo de electricidad y alta durabilidad¹⁰, permitieron la aparición de variados circuitos integrados tanto analógicos como digitales, entre ellos el amplificador operacional que dio lugar al amplificador instrumental tan requerido en el procesamiento de señales biomédicas y otras innovaciones¹¹ médicas que fortalecieron la disciplina de la electrónica aplicada al campo hospitalario y facilitaron se acuñara el término *electromedicina*, la especialidad técnica que dio lugar a la ingeniería biomédica.

El primer programa oficial de estudio en Ingeniería Biomédica comenzó en 1959 como maestría en la Universidad norteamericana de Drexel. Previo a esto, la primera conferencia mundial sobre Ingeniería Biomédica se realizó en Estados Unidos en 1948. Dado el crecimiento de las investigaciones en el área, en la conferencia mundial de Ingeniería Biomédica de 1958 se presentaron 70 artículos científicos y participaron más de 300 asistentes, cifra que para 1961 aumentó a casi 3.000 participantes¹².

Finalizando los años 60 se consolidaron los primeros programas de bioingeniería que han servido como referencia a los programas latinoamericanos y nacionales, entre ellos cabe destacar el de la Universidad de la Florida (EE.UU.), la Universidad de Estudios de Pavia (Italia) y la Universidad Víctor Segalen de Bordaax (Francia).

En Latinoamérica, se fortaleció la ingeniería biomédica desde los años 70 con la aparición de las escuelas de electromedicina. Algunas instituciones que ofrecieron este programa fueron la Universidad Francisco Miranda (Venezuela), la Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina) y la Escuela Colombiana de Carreras Industriales – ECCI (Colombia). Las primeras instituciones que utilizaron

¹⁰ Lógica Digital y Diseño de Computadores Prentice Hall Primera Edición M. Morris Mano

¹¹ SOLER LÓPEZ, Fernando Arturo. Revista Ingeniería Biomédica. ISSN 1909–9762, volumen 3, número 5, enero-junio 2009, págs. 31-32. Artículo La bioingeniería y la ingeniería biomédica en Colombia.

¹² RÍOS RINCÓN Op. Cit.

el nombre de Ingeniería Biomédica, fueron el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría - CUJAE (Cuba) y la Universidad de Favaloro (Argentina).

En 1994 se realizó la primera Conferencia sobre Ingeniería Biomédica en Latinoamérica; la cual fue celebrada en Río de Janeiro (Brasil), siendo la decimoquinta conferencia mundial y la inclusión formal de la región en el ámbito académico e investigativo de la disciplina. En la actualidad, ya se han celebrado cuatro conferencias en el continente Americano, siendo Cuba, México, Brasil, y Venezuela los países anfitriones¹³.

Analizar las tendencias de formación en el pregrado en Ingeniería Biomédica a nivel internacional puede ofrecer una idea del futuro de la profesión. En la Unión Europea el proyecto BIOMEDEA¹⁴ materializo en un grupo de reuniones de trabajo los criterios mínimos y las principales características que deben tener los programas para armonizarlos con el objetivo de facilitar la movilidad estudiantil y que los egresados creen unas competencias comunes.

En general, se puede observar que los programas de la UE tienen las siguientes características:

1. El número total de créditos es de 180.
2. Para obtener el grado, el estudiante debe realizar un trabajo de grado y una pasantía.
3. Las ciencias básicas (matemáticas y ciencias naturales) ocupan el 22,22% del total de créditos.
4. Los fundamentos de ingeniería ocupan el 16,67% del total de créditos.

¹³ RÍOS RINCÓN. Op. Cit.

¹⁴ EAMBES (Alianza Europea para las ciencias Biológicas e Ingeniería médica), IFMBE (Federación Internacional para la Ingeniería Médica y Biológica). Unión Europea. Biomedea Project 2005, Criteria for the accreditation of Biomedical. Engineering programs in Europe. Consultado el 30 de Septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.biomedea.org/Documents/Criteria%20for%20Accreditation%20Biomedea.pdf>

5. Los fundamentos médicos ocupan el 5,56%.

6. Las asignaturas relacionadas con la especialidad de Ingeniería Biomédica oscilan entre el 33 y 46% del total de créditos. Esto incluye el trabajo de grado y la pasantía, cada una con un total de 8,33% del total de los créditos académicos del programa.¹⁵

Y el estudiante debe crear competencias de tipo creativo, analítico y de diseño que faciliten la solucionar problemas médico/clínicos relevantes y el mejoramiento y desarrollo de sistemas biomédicos en campo, al igual que investigar en tópicos selectos para mejorar sistemas biomédicos complejos.

1.3 INGENIERÍA BIOMÉDICA EN COLOMBIA

En los años 70, uno de los primeros campos de trabajo que permitió vislumbrar la necesidad de crear un programa de educación formal superior en Colombia en el área de la Bioingeniería, fue el mantenimiento de equipos médicos importados por algunos hospitales en la ciudad de Bogotá. En ese momento el mantenimiento de estos equipos era realizado por Ingenieros Mecánicos, Electrónicos y Eléctricos apoyados por técnicos formados mediante cursos ofrecidos en el Fondo Nacional Hospitalario.

En el año de 1977, fue la Escuela Colombiana de Carreras Industriales – ECCI (Bogotá), la primera institución de educación superior en Colombia que creó una carrera técnica profesional en electromedicina, dos años más tarde, la Universidad Distrital (Bogotá) creó entre sus áreas de énfasis para la ingeniería electrónica, la electromedicina. En 1996 se registraron los programas de ingeniería biomédica en la Universidad Antonio Nariño (Bogotá), en la Universidad Manuela Beltrán (Bogotá) y en el convenio Escuela de Ingeniería de Antioquía - Instituto de Ciencias de la Salud ahora universidad CES (Medellín). Posteriormente, aparece

¹⁵ RÍOS RINCÓN. Op. Cit

el programa académico en la Universidad Autónoma de Occidente (Cali), en la Universidad Autónoma de Manizales (Manizales), en la corporación Universitaria de Ciencia y Desarrollo - Uniciencia (Bogotá) y en el Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín (Medellín).

Las instituciones de educación superior son importantes exponentes de esta disciplina que cada vez tiene más campo de acción con los avances de la medicina y la tecnología, que se complementan para mejorar la calidad de vida en el hombre, sin embargo, vale la pena destacar algunos colombianos, que se han convertido en paradigmas e influido en la ingeniería biomédica debido a ser fuentes motivacionales en cada una de sus áreas de trabajo. En el año de 1958, el Ingeniero Jorge Reynolds Pombo fue pionero en el mundo con el diseño y la construcción del primer marcapasos, en Bogotá, basado en el modelo de John Hopps de 1950. En 1964, el Neurólogo colombiano Salomón Hakim, inventó la válvula de Hakim que drena líquido céfalo raquídeo para controlar la hidrocefalia. En 1964, una de la figuras más conocidas por su trabajo en el campo de las neurociencias, el Neurofisiólogo Rodolfo Llinas (quien trabaja de la mano con la NASA, investigando sobre las incidencias del estado de cero gravedad sobre sistemas nerviosos) presentó sus estudios sobre los desarrollos con redes neuronales en los sistemas de conocimiento deductivo; los cuales enriquecieron notablemente la ingeniería biomédica. Entre 1992 y 1994, el doctor Manuel Elkin Patarroyo, apoyado por un equipo científico que incluyó médicos, bacteriólogos, ingenieros electrónicos, de sistemas y técnicos en electromedicina colombianos, desarrolló la vacuna sintética contra la malaria, que le dio lugar al premio Príncipe de Asturias en 1994 y que se evaluó en Tanzania, Uganda y Tailandia en 1999¹⁶.

En los programas de pregrado en Ingeniería Biomédica se pueden identificar los siguientes patrones:

¹⁶ SOLER LÓPEZ. Op. Cit.

1. Hasta la fecha, según el Ministerio de Educación Nacional, existen 8 Instituciones de Educación Superior que ofertan 11 programas de Ingeniería Biomédica con Registro Calificado, de estos sólo uno cuenta con Acreditación de Alta Calidad.
2. De las 8 Instituciones de Educación Superior, 4 son Universidades y el resto son de tipo Institución Universitaria.
3. Los programas son en un 100% ofrecido en la modalidad presencial y las instituciones son de carácter privado, excepto el ITM que es oficial.
4. De los 11 programas, se ofrecen 4 (36,36 %) en la Ciudad de Bogotá D.C. y 7 (63,64%, el resto) en otras ciudades capitales del país.
5. La duración promedio de los programas de Ingeniería Biomédica es de 10 semestres.
6. El número de créditos académicos oscila entre 157 y 180.¹⁷

Con relación al perfil ocupacional del egresado de los programas de Ingeniería Biomédica la tendencia actual de formación, de acuerdo a los planes de estudio de las diferentes instituciones de educación superior, se puede resumir en los siguientes aspectos:

1. Consultor en la gestión de tecnologías biomédicas.
2. Gerente, asesor técnico o ingeniero de proyectos en la modernización del equipamiento tecnológico de hospitales, clínicas y centros de rehabilitación.
3. Director de ingeniería y mantenimiento en instituciones hospitalarias.
4. Supervisor e instructor del personal médico y paramédico en su área de competencia.
5. Jefe del departamento de Ingeniería Clínica, gerente o promotor comercial para las empresas productoras o comercializadoras de equipos médicos.

¹⁷ RÍOS RINCÓN. Op. Cit.

6. Asesor de instituciones hospitalarias para la implantación y supervisión de las normas nacionales e internacionales de bioseguridad y las que regulan el uso del equipamiento tecnológico biomédico.¹⁸

¹⁸ RÍOS RINCÓN. Op. Cit.

2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN COMO APOYO A LA ENSEÑANZA Y AL APRENDIZAJE

2.1 EDUCACIÓN VIRTUAL Y E-LEARNING

La Educación Virtual y el E-learning o aprendizaje electrónico es un modelo educativo que a través de canales electrónicos como una intranet o internet, permite la utilización de herramientas que dan soporte a los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

2.1.1 Conceptos. Uno de los primeros trabajos de conceptualización en torno a la educación virtual y E-learning, fue elaborado en el marco del proyecto IESAD de la universidad Nacional Abierta de Venezuela con los auspicios del Centro Regional de Educación Superior para América Latina y el Caribe, CRESALC – UNESCO, elaborado por los profesores José Ramón Ortiz y Clara María Rojas, publicado en 1996 bajo el título Las nuevas tecnologías y sus posibilidades para la educación a distancia en América Latina y el Caribe, en él la educación virtual se define en el contexto de los nuevos ambientes telemáticos que hacen posible la comunicación humana mediada por el computador, lo cual acorta la distancia entre la enseñanza y el aprendizaje ya que gracias a ese nuevo sistema de interacción global, profesores y estudiantes pueden compartir todo tipo de mensajes educativos en tiempo real o de forma asincrónica¹⁹. Manuel Antonio Unigarro en “Educación Virtual Encuentro Formativo en el Ciberespacio”, señala que “la educación virtual significa que se genera un proceso educativo, una acción comunicativa con intenciones de formación en un lugar distinto al salón de clases: en el ciberespacio; en una temporalidad que puede ser sincrónica o asincrónica y sin la

¹⁹ ARBOLEDA TORO, Néstor. Abc de la educación virtual y a distancia. Interconed, Primera Edición, 2005.

necesidad de que los cuerpos del maestros y alumnos estén presentes”²⁰. Gracias a las Tecnologías de Información y Comunicación TICs ya no es necesario que tiempo, cuerpo y espacio se conjuguen para que el proceso educativo pueda estar presente.

2.1.2 Evolución. Se puede sostener que la educación a distancia surgió con el lenguaje escrito y se generalizó con la aparición de la imprenta que facilitó la producción de textos didácticos de autoestudio: manuales, guías, módulos. Estos materiales educativos van a tener mejores recursos de ilustración, color, diagramación y demás formas de presentación editorial en la medida en que se perfeccionen las artes gráficas y los equipos de impresión.

La aparición de la radiodifusión y la popularización de los transistores significaron un auge especial para la educación a distancia. Esta modalidad educativa desescolarizada se consolidó de manera notable cuando el docente fue descubriendo nuevas maneras y facilidades de mediación pedagógica en las que el mensaje educativo, además de escrito y sonoro, podía presentarlo con su propia voz e imagen visual, con la dinámica de sus gestos y ademanes, acompañándolo también con el testimonio mismo de los hechos reales. Surgió así la televisión educativa en circuito abierto, en circuito cerrado y en transmisiones de televisión vía satélite, de las que se desprendieron además la aplicación de las videograbaciones en distintos formatos profesionales (una pulgada, tres cuartos de pulgada) y en sistemas de video doméstico como el betamax y el VHS (Video Home System).

La revolución de la electrónica tuvo avances significativos entre los años 1970 y 1980, trayendo consigo el auge de los computadores, la informática y las telecomunicaciones, acelerándose aún más en la última década del siglo XX con

²⁰ UNIGARRO, Manuel Antonio. Educación Virtual Encuentro Formativo en el Ciberespacio, Editorial UNAB, Primera Edición, Colección HE DOC. 2001.

el fortalecimiento de la cibernética, la robótica y la conformación de la red mundial de computadores (internet).

Los adelantos en las nuevas aplicaciones de los rayos laser, la óptica y la electrónica permitieron la aparición de dispositivos de almacenamiento digital de texto, gráficos, sonido y video entre otros, facilitando su portabilidad y así su difusión.

Pero la educación virtual solo se fortaleció e institucionalizó de manera definitiva cuando el docente comprobó que a través de estos nuevos medios podía provocar en el sujeto una disposición favorable al aprendizaje.

2.1.3 Las e-actividades. Las actividades son aquellas diferentes acciones que los estudiantes llevan a cabo en completa relación con los contenidos e informaciones que les han sido ofrecidos. Si estas actividades son presentadas, realizadas o transferidas a través de la red, entonces se pueden considerar como e-actividades²¹. Si no se quiere convertir los entornos de formación en red en espacios puramente expositivos de bloques de información, se deben incluir actividades orientadas a la comprensión de la información, la transferencia a otras situaciones o la profundización en los mismos²². La principal función que pretenden estas evidencias de aprendizaje es estimular el apersonamiento activo del estudiante en el proceso de aprendizaje para una adecuada adhesión del conocimiento.

En un entorno didáctico digital auspiciado por la perspectiva integradora (socio-constructivista e investigadora), los procesos formativos son más interactivos y

²¹ CABERO, J. & ROMÁN, P. (2006). Las e-actividades en la enseñanza on-line. En Cabero, J. y Román, P. (Ed.), E-actividades. Un referente básico para la formación en Internet (pp. 23- 31). Sevilla: MAD.

²² CABERO, J. & GISBERT, M. (2002). Materiales formativos multimedia en la Red. Guía práctica para su diseño. Sevilla: S.A.V de la Universidad de Sevilla.

constructivos, el estudiante es el protagonista de su proceso de aprendizaje, de forma que las acciones formativas incorporan las ideas y experiencias de los estudiantes en situaciones de colaboración.

En esta óptica didáctica, las e-actividades más adecuadas son aquellas que invitan a la construcción del conocimiento, la experimentación y la resolución de problemas, a escala individual y grupal, que van dirigidas a relacionar los conocimientos previos de los estudiantes con los nuevos contenidos del material en red, favorecen el aprendizaje autónomo e invitan a buscar diferentes alternativas sobre una problemática. Junto a ellas se encuentran las que estimulan la reflexión y el análisis de lo aprendido, la toma de decisiones, la negociación de significados, la utilización de herramientas de comunicación y todas las relacionadas con la creación de conocimientos colectivos, es decir, aquéllas que facilitan el aprendizaje colaborativo.

Con base en lo anterior las e-actividades de calidad, deben cumplir los siguientes criterios:

- Fomentan un papel activo del estudiante.
- Ayudan al estudiante a elaborar su propio conocimiento a partir de la interacción con otras personas y recursos digitales.
- Promueven la formulación de interrogantes susceptibles de someterse a investigación.
- Invitan a expresar, organizar y contrastar los conocimientos e hipótesis iniciales de los estudiantes sobre los objetos de estudio a investigar.
- Estimulan el aprendizaje autónomo.
- Impulsan la elaboración de proyectos de investigación para dar respuesta a problemas.
- Promueven la exploración de nuevos contenidos por medio de recursos digitales y otras fuentes de información.

- Ayudan a estructurar la información obtenida, incluyendo tareas como resumir, comprender, relacionar, concluir, etc.
- Invitan a comunicar, debatir o colaborar con otros participantes del curso virtual u otras personas sobre las tareas y los procesos de aprendizaje desarrollados y obtenidos.
- Fomentan la aplicación o transferencia de procesos cognitivos/ procedimentales en nuevos escenarios y contextos.
- Se encaminan a la reflexión metacognitiva sobre el desarrollo y los resultados de las investigaciones realizadas.²³

2.1.4 Evaluación en línea. La Sociedad del conocimiento empieza a valorar el aprendizaje de una manera distinta. Esto exige cambios en la educación, pero no solo de estrategias, mientras no exista un sentido nuevo de la evaluación, podrán cambiarse diseños, planes y métodos educativos, pero la educación seguirá siendo la misma. La evaluación en línea en el modelo de Educación Virtual debe responder como agente de medición y comparación de objetivos, debe permitir la subjetividad en la valoración y servir como espacio formativo.

Todas las etapas de la evaluación deben estar direccionadas por la autoevaluación cuyos elementos encuentra y gestiona el estudiante en las diferentes unidades didácticas del curso.

2.1.5 Rol del docente en la enseñanza en un entorno e-learning. El maestro en la educación virtual debe caracterizar su accionar en la no imposición, sino en la insinuación, no impone el conocimiento sino indica las rutas que se deben tomar para su construcción. Fomenta la conversación, el dialogo descubridor, sostenido, que entusiasma y reta. Propicia el aprendizaje mediante la regulación de su intervención.

²³ ARBOLEDA TORO. Op. Cit.

2.1.6 Rol del estudiante en el aprendizaje en un entorno e-learning. Quien estudia bajo un entorno e-learning debe tener una motivación especial para concentrar toda su energía personal en función de los logros de aprendizaje que ha decidido alcanzar por su propia cuenta. Por eso, el estudiante está invitado a superar esa tendencia a la pasividad, al conformismo, a la resignación y a la excesiva dependencia del profesor, que por lo regular se da en el sistema educativo convencional. Ese clima psicológico propicio para el aprendizaje se lo ayudan a crear al estudiante sus propios compañeros, con quienes comparte los resultados del estudio individual, y el docente tutor mediante encuentros presenciales periódicos o a través de la orientación y asesoría académica a distancia.

Tanto el sujeto que aprende como sus orientadores académicos deben estar muy conscientes de que la revelación interior de todas las potencialidades individuales, es un asunto que sólo puede darse en un ambiente de participación colaborativa, de autonomía, de libertad y de respeto. Para ello se requiere una atmósfera cálida, interesante, atractiva y tolerante pero al propio tiempo seria y exigente.

El estudiante, debe descartar de entrada que el tutor vaya a cumplir el rol tradicional del profesor del aula, acostumbrado a dictar en la clase los temas de la asignatura mediante el método expositivo de la cátedra magistral, mientras los estudiantes toman sus apuntes, por lo regular de manera pasiva y fragmentaria. El tutor es, básicamente, la guía de quien el estudiante puede recibir orientación metodológica, técnica y temática con respecto al itinerario de aprendizaje que debe seguir para desarrollar el programa académico correspondiente a una determinada materia. A partir de las pautas y orientaciones del tutor, corresponde al estudiante planear y organizar desde el primer momento el proceso de autoestudio, a través de los materiales didácticos diseñados para aprender por su propia cuenta, adecuando de manera flexible el tiempo disponible y aprovechando además los recursos didácticos de apoyo que estén a su alcance.

Es preciso que el estudiante tenga claro que el tutor tiene como función esencial liderar la autogestión en el aprendizaje, mediante una labor de acompañamiento al estudiante en el proceso de búsqueda y construcción participativa del saber. Cuando el estudiante sabe ya qué se espera de él, como en este caso gracias a la orientación inicial, le queda más fácil asumir el reto de cumplir con las respectivas responsabilidades académicas para avanzar en el proceso de autoestudio. El liderazgo académico del docente tutor, a la manera del método socrático de la mayéutica, centrado en una secuencia didáctica de preguntas y respuestas relacionadas entre sí, debe entonces ayudar a crear las condiciones de autonomía y autogestión para que en el sujeto que aprende aflore y fructifique el saber, de acuerdo con un plan de aprendizaje previamente determinado.²⁴

El tutor cumple también una labor de asesoría, concebida dentro de los métodos activos y participativos orientados a proporcionar que los estudiantes asuman responsabilidades en su propia formación bajo condiciones especiales que fomentan la indagación, el descubrimiento, la toma de decisiones estratégicas y la resolución de problemas. Entre los diversos campos susceptibles de solicitar asesoría están, por ejemplo, la elaboración de informes técnicos, proyectos, monografías, ensayos y estudio de casos, los contactos, visitas, trabajos de campo, consulta bibliográfica, acceso a otras fuentes de aprendizaje, búsqueda guiada por internet.

²⁴ ARBOLEDA TORO. Op. Cit.

3. PROPUESTA DE AULA VIRTUAL PARA APOYAR LOS PROCESOS EN UN PROGRAMA PRESENCIAL DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

3.1 PROCESOS DE DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LAS E-ACTIVIDADES

La principal e-actividad que propongo para el trabajo en el aula virtual²⁵, es el trabajo por proyectos de enfoque investigador, esta actividad favorece fundamentalmente la creación de estrategias para la organización de los conocimientos, debido a que facilita al estudiante la transformación de la información procedente de los distintos saberes disciplinares en conocimiento propio, a partir de problemas o hipótesis de trabajo. Estas actividades deben ser organizadas siguiendo un eje específico como puede ser la definición de un concepto, un problema general o particular, un conjunto de preguntas interrelacionadas o una temática especial. Para abordar la actividad en el aula, se debe proceder poniendo énfasis en los pasos necesarios para tratar el problema objeto de estudio y en los procedimientos requeridos para que el estudiante pueda desarrollarlo, ordenarlo, comprenderlo y asimilarlo.

Durante el desarrollo del proyecto, “los estudiantes deben explorar intereses, generar preguntas, organizar y estructurar su trabajo, buscar información en diversas fuentes, indagar directamente en la realidad, poner en movimiento sus concepciones, confrontándolas con información nueva y enriqueciéndola para transformarla, comunicar resultados, hacer propuestas y eventualmente desarrollar acciones de cambio”²⁶. El trabajo por proyectos favorece la integración de disciplinas y, más allá, puede incorporar componentes interdisciplinarios, lo cual beneficia inmensamente el trabajo entre profesionales de la salud y la ingeniería para una adecuada integración de conocimientos.

²⁵ HERNÁNDEZ, F. & VENTURA, M. (2000). La organización del currículum por proyectos de trabajo. El conocimiento es un caleidoscopio. Barcelona: Graó

²⁶ LÓPEZ, A. M. & LACUEVA, A. (2007). Enseñanza por proyectos: una investigación-acción en sexto grado. Revista de Educación, 342, 579-604.

Por otra parte, los proyectos de investigación se organizan en torno a secuencias de actividades que incorporan y organizan procesos de planificación, procesos de búsqueda de información, procesos de construcción y procesos de evaluación. Para una adecuada planeación, las actividades correspondientes a cada fase deben estar plenamente identificadas, teniendo en cuenta que:

- Los procesos de planificación incluyen actividades de orientación dirigidas a seleccionar y apersonar los objetos de estudio a investigar, actividades de expresión y contraste de pre-saberes del objeto de estudio, dirigidas a promover la reflexión sobre la temática, así como la expresión y contraste de los conocimientos personales, hipótesis y dudas y actividades para planificar el estudio; las cuales identifican a partir de las dudas los puntos concretos a investigar y responden a las preguntas: ¿Quién lo realizará?, ¿Cómo? y ¿Cuándo?.
- Los procesos de búsqueda incluyen actividades mediante las que se lleva a cabo lo planificado para dar respuesta a los interrogantes planteados; estas actividades son la exploración de las fuentes de información previstas, mediante los procedimientos acordados y el respectivo registro de información.
- Los procesos de construcción están dirigidos a trabajar con la información ahora disponible, de forma que los estudiantes la reelaboren a partir de sus pre-saberes, teniendo en cuenta las actividades de construcción específica y de construcción general. Las actividades específicas están dirigidas a trabajar con la información obtenida: resumiendo, debatiendo, comprendiendo, interpretando, criticando, argumentando, relacionando, concluyendo, entre otras, para dar una respuesta válida a las preguntas investigadas. Las actividades de construcción general, están orientadas a consolidar y generalizar los aprendizajes concretos conseguidos y actividades de comunicación útiles para promover que los estudiantes profundicen, asienten y valoren los procesos seguidos y los aprendizajes realizados al tener que comunicarlos a otros.

Lo aprendido se relacionará ahora con otros problemas, conocimientos y contextos, estableciendo nuevos nexos, y se considerarán también en relación con problemas de carácter más general, integrándose en esquemas de comprensión y de actuación personal y colectiva más amplios.

- Los procesos de evaluación incluyen actividades dirigidas a comprender y valorar las distintas tareas, momentos y resultados del proceso desarrollado, entre ellas las actividades de elaboración de conclusiones personales o grupales, en pro del aprendizaje significativo mediante el aprendizaje colaborativo.

En resumen, el trabajo por proyectos²⁷ rompe la pasividad propia de otros modelos en los que se realizan distintas actividades y adhieren conocimientos, sin un hilo conductor y sin tener claro qué relación existe entre ellos y en qué medida les afecta para su vida y su formación. Gracias a esta e-actividad²⁸ los estudiantes estimulan competencias y habilidades como la búsqueda y gestión de la información, el pensamiento creativo y crítico, el tratamiento de problemas reales, la negociación de significados, la colaboración entre iguales y la elaboración de informes y procesos de heteroevaluación y autoevaluación.

Para la adecuada implementación de un aula virtual que permita realizar la e-actividad de trabajo por proyectos se debe tener en cuenta:

- Utilizar en el aula virtual actividades colaborativas como lo son los foros que provoquen la reflexión y la discusión crítica y los wikis que permiten la construcción de conocimiento.
- Favorecer el aprendizaje colaborativo mediante actividades de interacción que promuevan la participación activa entre los actores.
- Establecer un cronograma flexible, el cual debe estar publicado en un calendario dentro del aula virtual y permitir siempre su visualización.

²⁷ POZUELOS, F. J. (2007). Trabajos por proyectos en el aula: descripción, investigación y experiencias. Sevilla: Colección colaboración pedagógica. 18. Publicaciones M.C.E.P.

²⁸ *Ibíd.*

- Realizar la realimentación oportuna y con tiempos establecidos, atendiendo las actividades propuestas en el aula virtual siguiendo criterios de evaluación.
- Garantizar la funcionalidad y disponibilidad de los recursos y actividades programadas con el fin de mantener una estabilidad en el desarrollo del curso.

3.2 PROCESOS DE MOTIVACIÓN, ACOGIDA Y PROGRESO DE LAS E-ACTIVIDADES

La motivación es sin duda, uno de los elementos que intervienen en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje. Quien aprende configura su aprendizaje mediante el estímulo que le presenta el deseo o la necesidad de formación, como también mediante la significación que el objeto de aprendizaje pueda tener para su realidad diaria. El estudiante o participante en un proceso de formación aporta, desde que inicia la acción formativa que va a seguir, la motivación que reside en el deseo o la necesidad que tiene de aprender. Pero el mantener y fomentar esta motivación tiene que ser también el objetivo y el deber de quien ha diseñado y de quien conduce el proceso de formación. Tanto el diseño del curso como la acción docente tienen que conocer, potenciar y mantener la motivación inicial del estudiante como elemento de progreso y de mejora de todo proceso de aprendizaje²⁹.

Las e-actividades preparadas para el trabajo por proyectos para la formación de magisters en Ingeniería Biomédica tienen que incluir como factor inspirador clave de su diseño elementos de motivación y estímulo del aprendizaje. Estos elementos desde el punto de vista del diseño formativo de los materiales didácticos, tienen que fundamentarse en el perfil del estudiante, sea médico o ingeniero, el modelo de formación presencial apoyado con aulas virtuales y la significación de contenidos que se exponen en él. Estos aspectos o ámbitos se relacionan entre sí de forma sistemática y no pueden analizarse por aislado; se

²⁹ DUART, Josep M. y ALBERT, Sandra Aprender en la virtualidad. Editorial Gedisa, Primera Edición, 2000.

puede afirmar que entre mejor se encuentren relacionados superior será la calidad del material.

La significación y pertinencias de los contenidos de aprendizaje tiene que ser otro de los componentes que forma un sistema de motivación. El estudiante tiene que encontrar relevantes los contenidos que se le presentan y tienen que estar de acuerdo con sus expectativas de formación; las herramientas propuestas como apoyo a una temática deben manejar el nivel esperado por los estudiantes, ser claras, precisas y encontrarse en el idioma nativo o manejado por los estudiantes. El intercambio de conocimientos, el hecho de ponerlos en común, poder exponer los avances, así como las dudas, es el elemento motivador de la significación de contenidos.

3.3 PAPELES DE ESTUDIANTES Y PROFESORES EN EL AULA VIRTUALIZADA

En el escenario de clase, el docente motiva al estudiante al ser un guía que brinda orientaciones metodológicas, técnicas y temáticas con respecto al itinerario de aprendizaje, lidera el proceso educativo asesorando respecto a un horizonte de realizaciones, posibilidades y recursos. El estudiante debe cumplir con las actividades indicadas por el docente, compartir los resultados con sus compañeros, obtener conclusiones a partir de la reflexión y debate grupal, solicitar asesoría cuando las considere necesaria de forma tal que pueda autogestionar su aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

ARBOLEDA TORO, Néstor. Abc de la educación virtual y a distancia. Interconed, Primera Edición, 2005.

Biomedical Engineering Education: enrollment, courses, degress and employment. IEEE Transactions of Biomedical Engineering, Potvin; A. R. Long F. M.

CABERO, J. & GISBERT, M. (2002). Materiales formativos multimedia en la Red. Guía práctica para su diseño. Sevilla: S.A.V de la Universidad de Sevilla.

DUART, Josep M. y ALBERT, Sandra Aprender en la virtualidad. Editorial Gedisa, Primera Edición, 2000.

EAMBES (Alianza Europea para las ciencias Biológicas e Ingeniería médica), IFMBE (Federación Internacional para la

HERNÁNDEZ, F. & VENTURA, M. (2000). La organización del currículum por proyectos de trabajo. El conocimiento es un caleidoscopio. Barcelona: Graó

Ingeniería Médica y Biológica). Unión Europea. Biomedea Project 2005, Criteria for the accreditation of Biomedical. Engineering programs in Europe. Consultado el 30 de Septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.biomedea.org/Documents/Criteria%20for%20Accreditation%20Biomedea.pdf>

INSENMEIER R.A. What Makes a Biomedical Engineer? Defining the Undergraduate Biomedical Engineering Curriculum". *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 22,4, 32-38. July/August, 2003

Introducción a la Bioingeniería. Serie: Mundo Electrónico. Marcombo Boixareu Editores. Página 3. Máximo Eugenio Valentinuzzi.

Lógica Digital y Diseño de Computadores Prentice Hall Primera Edición M. Morris Mano

LÓPEZ, A. M. & LACUEVA, A. (2007). Enseñanza por proyectos: una investigación-acción en sexto grado. *Revista de Educación*, 342, 579-604.

National Institute of Health Bioengineering Consortium. Consultado el 15 de Octubre de 2009. Disponible en: <http://www.nibib.nih.gov/HealthEdu/ScienceEdu/BioengDef>

POZUELOS, F. J. (2007). Trabajos por proyectos en el aula: descripción, investigación y experiencias. Sevilla: Colección colaboración pedagógica. 18. Publicaciones M.C.E.P.

RÍOS RINCÓN, Adriana María; CRUZ, Antonio Miguel; RODRÍGUEZ CHEU, Luis Eduardo; CHAPARRO, Javier. *Revista Ingeniería Biomédica* ISSN 1909-9762, volumen 4, número 7, enero-junio 2010, págs. 23-34. La ingeniería biomédica en Colombia: una perspectiva desde la formación del pregrado.

SOLER LÓPEZ, Fernando Arturo. *Revista Ingeniería Biomédica*. ISSN 1909-9762, volumen 3, número 5, enero-junio 2009, págs. 31-32. Artículo La bioingeniería y la ingeniería biomédica en Colombia.

UNIGARRO, Manuel Antonio. Educación Virtual Encuentro Formativo en el Ciberespacio, Editorial UNAB, Primera Edición, Colección HE DOC. 2001.

VALENTINUZZI, Máximo Eugenio. Introducción a la Bioingeniería. Serie: Mundo Electrónico. Marcombo Boixareu Editores. Página 3.