

Bioingeniería y su enfoque a los Biosensores

Sandra. Chacha Quille.

Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingeniería, Cuenca, Ecuador.

schacha@est.ups.edu.ec

Resumen — en el presente documento se ha logrado realizar un estudio del arte acerca de la bioingeniería, definiéndola como el desarrollo de nuevas e innovadoras tecnologías para mejorar la calidad de vida de la humanidad, sin embargo el estudio de la bioingeniería es un campo muy amplio motivo por el cual se decidió limitar esta investigación a una de sus disciplinas, la biomédica, enfocándonos principalmente en los biosensores, que son dispositivos que permiten el análisis rápido, fácil y fiable de la presencia de sustancias específicas en el medio ambiente o en las personas.

Palabras clave — bioingeniería, biosensores, ingeniería biomédica, biomedicina, biosensores de glucosa.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el ser humano busca nuevos métodos y mecanismos para facilitar los procedimientos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, entonces, es así surge la bioingeniería, que es la aplicación del conjunto de conocimientos y técnicas científicas para desarrollar nuevas tecnologías enfocadas a resolver problemas relacionados con la biología y la medicina [1].

Motivo por el cual en este documento se realiza un estudio del arte, destacando el desarrollo de los biosensores que son dispositivos analíticos que permiten detectar la presencia de un compuesto o algún microorganismo específico en las personas, brindando de esta manera un resultado rápido directo y fiable para un posterior diagnóstico. [2]

II. DESARROLLO

Orígenes de la bioingeniería

Leonardo da Vinci es uno de los pioneros en analizar los movimientos del ser humano desde una perspectiva mecánica, más tarde en siglo XVI Alfonso B. Borelli debido a su obra “De motu Animalium” se convierte en uno de los fundadores de la bioingeniería, puesto que analiza la dinámica y estructura del cuerpo humano en términos de matemáticos y mecánicos. [2][16]

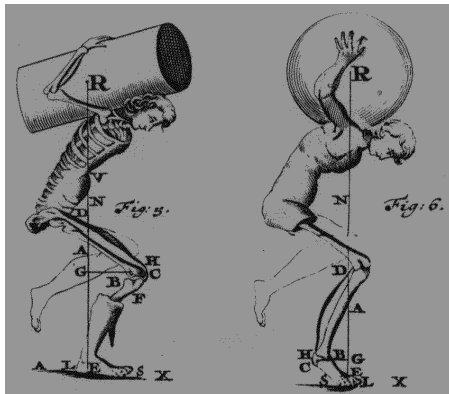


Fig. 1. Postura de un Cuerpo humano con sus reacciones físicas [16]

En 1791 el médico obstetra Luigi Galvani descubre que al tocar los músculos de la rana simultáneamente con dos metales estos se contraen, a lo que denominó “Electricidad animal”; pero el físico Alessandro Volta demuestra que, incluso sin la presencia de algún tejido vivo, al colocar dos metales juntos existe una corriente eléctrica. Esta diferencia de criterios entre el médico y el físico se considera una importante contribución al desarrollo bioelectrónica y por ende de la bioingeniería. [2]

Hacia 1926 el físico y matemático, Nicolás Rashevsky desarrolla una matemática biológica es decir logra relacionar la física con la biología, y la denominó “Biofísica”. [2]

Luego de todos estos aportes, la bioingeniería se sigue desarrollando, y en 1958 un grupo de investigadores de Bioingeniería forma la Federación de Ingeniería Biológica y Médica, estableciendo de esta manera una importante base para la evolución de esta ciencia. [2]

Entonces, la bioingeniería y su concepto de interrelación entre la ingeniería y biología se ha ido desarrollando a partir de investigaciones y experimentos, con la colaboración de físicos, matemáticos, médicos, científicos, todo esto con el fin de intentar satisfacer las necesidades del ser vivo. [15]

III. Definiciones de bioingeniería

La IEEE define la Bioingeniería como “la ciencia que estudia y 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 médica.”[3]

La bioingeniería es aplicar los conocimientos informáticos, mecánicos, químicos de la ingeniería para mejorar, modificar, ayudar o afianzar el desarrollo de algún mecanismo para el campo de la biología y medicina. [10]

La bioingeniería tiene varios campos de aplicación esto depende de las ciencias que relacione, cada proyecto desarrollado tendrá fundamentos tanto de ingeniería como de biología y ciencia médica. Entonces, al combinar los diferentes criterios se obtendrán resultados como: prótesis, simuladores quirúrgicos, monitorización mediante visión por computador, sistemas robotizados de ayuda a la cirugía, sistemas para diagnóstico en medicina, equipos de imágenes, biosensores, etc. [3] [10]



Fig. 2. Prótesis: prótesis de cadera con una cabeza femoral de cerámica [20]



Fig. 3. Equipo de ultrasonido para ecografía de embarazo [21]

IV. Biomedicina

La biomedicina es una rama de la bioingeniería que se enfoca en el diagnóstico, tratamiento y control de enfermedades del ser humano [2]

La biomedicina, se centra en desarrollar: dispositivos, equipos médicos, programas informáticos, equipos de cirugía, mecanismos, procedimientos, para el cuidado de la salud. [12]

V. Biosensor

Los biosensores son dispositivos de análisis que nos ayudan a facilitar procesos analíticos, como por ejemplo diagnóstico de enfermedades, o detección de pesticidas en el medio ambiente, debido a que permiten detectar la existencia de sustancias químicas o microorganismos específicos, una ventaja de la utilización de estos dispositivos es su alta sensibilidad y selectividad. Se forman de un elemento de reconocimiento biológico en contacto con un transductor [8] [11]

VI. Estructura de un biosensor

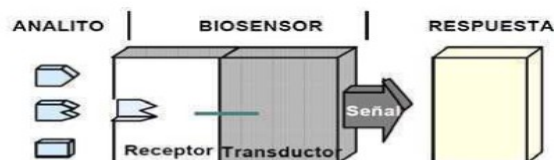


Figura 1.1: Esquema de un biosensor.

Fig. 4. Esquema básico de funcionamiento de un biosensor [5]

En la Fig.4 se ve el funcionamiento básico de un biosensor en primer lugar se tiene un analito o muestra química que, enseguida será analizada por el biosensor y este generará una señal de respuesta medible y cualitativa. [5]

El biosensor se compone básicamente de dos elementos:

**Un elemento de reconocimiento biológico:* esta es la base de un biosensor, puede ser una enzima, tejidos, anticuerpos, etc., La funcionalidad del elemento de reconocimiento es realizar un análisis químico percibiendo la presencia de una sustancia en alguna solución. [9][8]

**Un transductor:* se encarga de convertir la señal bioquímica producida, en una señal óptica, eléctrica, mecánica, calórica, etc. útil. [6][5]

Los transductores pueden clasificarse según lo que lo que determinan en el proceso de análisis, así existen: [9]

- Transductores potenciométricos: miden nivel de voltaje
- Transductores amperométricos: miden intensidad de corriente.
- Transductores conductimétricos: miden conductividad

VII. Tipos de biosensores

Se clasifican según dos criterios:

a) Según receptor biológico:

**Catalíticos:* este tipo de biosensores utilizan biocatalizadores como enzimas, tejidos, microorganismos que ayudan a que ocurra una reacción química, y de esta manera detectar la presencia del sustrato que existen en la reacción [4] [14]

**Afinidad:* para detectar la presencia de sustancias se basan en la interacción del analito y el elemento de reconocimiento, formándose de esta manera un enlace analito- receptor; sus receptores son anticuerpos, ácidos nucleicos, etc. [8]

b) Según el transductor

**Electroquímicos:* este tipo de sensores utilizan un transductor que les permite traducir la señal que se produce por la interacción entre el elemento de reconocimiento y el analito a una señal eléctrica. Estos se dividen en potenciométricos, amperométricos y conductimétricos. [4]

**Ópticos:* una vez que se realiza la interacción entre el analito y el elemento de reconocimiento biológico entonces este tipo de biosensores utilizan un transductor óptico, para realizar la medición de variaciones que se producen en las propiedades de la luz. Se dividen en: espectroscópicos de absorción, fluorimétricos o fosforimétricos y otros. [17][4]

**Piezoeléctrico:* “Los sistemas de transducción piezoeléctricos, másicos, gravimétricos o acústicos miden cambios directos de masa inducidos por la formación del complejo antígeno-anticuerpo.” [17]

** Termométrico:* Las reacciones enzimáticas exotérmicas generan calor entonces es detectado por este tipo de biosensores. [17]

VIII. Aplicaciones de los biosensores

Teniendo en cuenta que la elaboración de los biosensores tiene como objetivo principal cuidar la salud de los seres humano entonces se pueden mencionar los siguientes:

**Biosensor amperométrico de tirosinasa para la determinación de contenido fenólico total en aguas superficiales [7]*

Este es un dispositivo que permite detectar la presencia de fenoles en las aguas residuales. Los fenoles son compuestos derivados del benceno, en baja concentraciones es usado como desinfectante, también es utilizado en la industria farmacéutica, petroleras, química; en altas cantidades esta sustancia es toxica, y debido a su solubilidad en el agua la propagación de este compuesto en el medio ambiente es mucho más rápido, lo cual tendrá consecuencias fatales para las personas y el medio ambiente en general. [19][7]

**Biosensores para la medición de glucosa*

Sirve para medir la concentración de glucosa en la sangre, este procedimiento es muy importante especialmente para los enfermos de diabetes, puesto que el paciente necesita un control constante y fiable del control del nivel de glucosa. En este plano las biosensores juegan un papel muy importante de diagnóstico del paciente. [6][10]

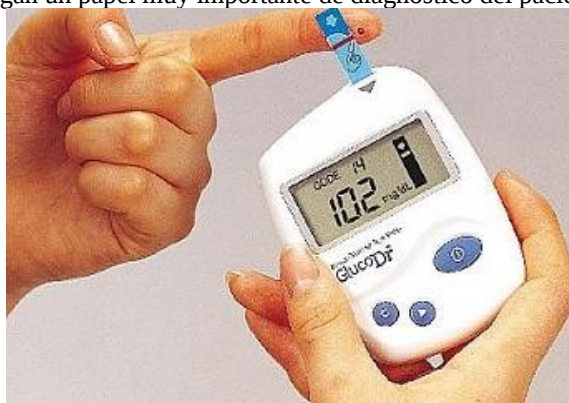


Fig. 5. El biosensor Gluco Dr AGM-2100 para controlar la glucosa [22]

Día a día los biosensores de glucosa van mejorando en todas sus características de costo, sensibilidad selectividad, un ejemplo de esto es el biosensor desarrollado por el doctor Naveed ul Hassan Alvi y sus colaboradores, en la universidad Politécnica de Madrid; este biosensor tiene alta sensibilidad y respuesta química. [18]



Fig. 6. El doctor Naveed ul Hassan Alvi y colaboradores en el ISOM. / UPM. [18]

Por su parte investigadores de la CIC bioGUNE (Center for Cooperative Research in Biosciences) en Vasco, estudian la manera de medir la glucosa en otros fluidos del cuerpo humano por ejemplo la orina esto con el fin de obtener resultados más fiables. [13]

IX. CONCLUSIONES

Luego de realizar el estudio del arte acerca de la bioingeniería se concluye que, es una ciencia que combina los conocimientos tecnológicos, analíticos y matemáticos de la ingeniería con la biología y la medicina, además que es fruto de varias investigaciones, experimentos y colaboradores.

La bioingeniería, posee disciplinas como la biomédica que es una ciencia que busca revolucionar el campo de la salud del ser humano, al crear dispositivos que faciliten el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

La investigación destaca el estudio de los biosensores, estos son dispositivos de análisis químico que permiten detectar la presencia de alguna sustancia específica en el ser humano o en la naturaleza.

Finalmente se pudo ver que el desarrollo de los biosensores es muy útil puesto que facilita procedimientos de análisis, motivo por el cual se sigue investigando para cada día mejorar las características de este dispositivo y de esta manera ayudar al ser humano a lidiar con problemas como enfermedades y contaminación del medio ambiente.

X. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J P H Pérez, M S P López, B L Ruiz, E L Cabarcos. *Biosensor amperométrico para la medida de galactosa compuesto por microgeles de poliacrilamida* [en línea]. Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia 72 (2009). . [Consulta: 4 enero de 2014]. Disponible en <http://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/viewFile/165/198>
- [2] J B Osorno. *La bioingeniería, técnica interdisciplinaria* [en línea]. Medicina UPB 13, 161 - 168 (1994). [Consulta: 4 enero de 2014]. Disponible en <http://revistas.upb.edu.co/index.php/Medicina/article/view/1828>
- [2] I O Pantoja, R H Donado. *Bioingeniería Solución a problemas de las ciencias biológicas y médicas apoyados en la Ingeniería* [en línea] . (2013). [Consulta: 4 enero de 2014]. Disponible en <http://revistas.upb.edu.co/index.php/Medicina/article/view/1828>
- [4] Universidad Nacional de Educación a distancia. Facultad de ciencias. “Tipos de biosensores en función del bio-receptor”[en línea].. En Sensores Químicos y Biosensores de Contaminación Ambiental. Madrid – España. [Consulta: 4 diciembre 2014]. Disponible en web: <http://es.scribd.com/doc/77461433/Tema-4-e-libro>

- [5] Cortez, María Lorena (2011). Materiales compuestos para la construcción de sensores. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias exactas y naturales Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires – Argentina.[consultado el: 4 enero 2014] Disponible en http://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd-282/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=tesis&d=Tesis_4980_Cortez
- [6] Scodeller, Pablo David (2011). Aplicaciones de electrodos enzimáticos y multicapas enzimáticas en biosensores y bioceldas de combustible. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias exactas y naturales Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires – Argentina.[consultado el: 5 enero 2014] Disponible en http://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd-282/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=tesis&d=Tesis_4831_Scodeller
- [7] Alcaraz M, Fabiano S. *Desarrollo de un biosensor amperométrico de tirosinasa para la determinación de contenido fenólico total en aguas superficiales*. Revistas Unlp [en línea]. Buenos Aires - Argentina [Consulta: 5 de enero del 2008]. Disponible en : <http://www.revistas.unlp.edu.ar/>
- [8] L M Lechuga, A C Martín, others. Biosensores: Los dispositivos analíticos del futuro (I)[en línea]. Revista de plásticos modernos 470, 132 - 140 (1995). [Consulta: 4 enero de 2014]. Disponible en: <http://www.reverte.com/isbn/img/pdfs/9788429180138.pdf>
- [9] López P .*Biosensores: una introducción a sus principios y aplicaciones*. Eco Cría- revista de ciencia y medio ambiente [en línea]. Abril 2011. No 20. [Consulta: 5 enero de 2014]. Disponible en: www.researchgate.net/...del...la.../72e7e524dc3c851ed5.pdf
- [10] P Caminal. *La ingeniería de sistemas y automática en la Bioingeniería* [en línea]. UPC Universidad Politécnica de Cataluña. España[Links] (2004). [Consulta: 5 enero de 2014]. Disponible en: <http://www.ceautomatica.uji.es/old/actividades/jornadas/XXIV/documentos/conferencia1.pdf>
- [11] L M Lechuga, A C Martín, D Golmayo, F B Fernández-Pola, others. Propuesta de un Biosensor integrado por enzimas hidrogenasas sobre un diodo de barrera Schottky. (1990)[en línea] .. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/38015/1/Contribuciones%20a%20Congresos.%20no.%204.%20Propuesta%20de%20un%20Biosensor%20integrado.pdf> [Consulta: 4 enero de 2014]
- [12] E R Denis. Ingeniería Clínica. Centro de Bioingeniería (1998). [En línea] Disponible en: http://ns1.fi.uner.edu.ar/academica/catedras/ingenieria_clinica/archivos/TP2013/ic-denis.pdf [Consulta: 4 enero de 2014]
- [13] bioGUnE. A new path for the future generation of glucose-measuring biosensors.[en línea].5 de enero de 2013. [Consulta: 10 enero de 2014]. Disponible en: http://www.cicbiogune.es/secciones/noticias/noticias_detalle.php?idioma=en&id_noticia=232
- [14] N P García. Biosensores amperométricos compósitos basados en peroxidasa: Aplicación a la determinación de analitos de interés en alimentos mediante electrodos bienzimáticos y multienzimáticos: Memoria presentada para optar al grado de Doctor. (2005). [En línea] Disponible en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/qui/ucm-t26582.pdf> [Consulta: 5 enero de 2014]
- [15] bioengineering. (2014). Encyclopaedia Britannica. Online [en línea]. Disponible en <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/65846/bioengineering>[consultado el: 5 enero, 2014]
- [16] Pierre Marie and Guy BIZZO Institut de Posturologie. Measure in Posturology(2001)[en línea] < <http://ada-posturologie.fr/MesureEnPosturologie-a.htm> > [consultado el: 5 enero, 2014]
- [17] González, V. García , E. Ruiz , O y Gago ,L.. *Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria* [en línea] , Madrid, enero 2005. [consulta: 5 enero 2014], pp. 16-31. Disponible en: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt1_aplicaciones_de_biosensores_en_la_industria_agroalimentaria.pdf
- [18] El Servicio de Información y Noticias Científicas (SINC) . Biosensor de glucosa para el diagnóstico [en línea]. 18 febrero 2013 11:05 [Consulta: 11 enero de 2014]. Disponible en: <http://www.agenciasinc.es/Noticias/Biosensor-de-glucosa-para-el-diagnostico-clinico>
- [19] phenol. (2014). .Encyclopaedia Britannica. Online [en línea] Disponible en <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/455507/phenol> [consultado el: 5 enero, 2014]
- [20]bioceramics. (2014). Encyclopaedia Britannica. Online [en línea] Disponible en: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/65775/bioceramics> [consultado el: 5 enero, 2014]
- [21] ultrasound. (2014 Encyclopaedia Britannica. Online [en línea] Disponible en <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/613503/ultrasound> [consultado el: 5 enero, 2014]
- [22] Voz Femenina. El biosensor Gluco Dr AGM-2100 para controlar la glucosa [en línea] < <http://www.vozfemenina.com/2010/10/17/controla-su-glucosa-con-biosensores-gluco-dr-agm-2100/> >[consultado el: 11 enero, 2014]