

Estudio de la aplicación de un filtro sumergido anaerobio en la remoción de materia orgánica de aguas residuales municipales en Chetumal, Quintana Roo.

Efecto de metales pesados (cadmio, plomo y níquel) sobre el crecimiento de *Spirulina maxima* (*Arthrospira*).

**Breve historia de la Administración II
Escuelas de la administración.**

Competencias en la transmisión del conocimiento en el nivel superior, utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).



Información para los autores

La revista **TECNOCULTURA** es un órgano de difusión del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE); su publicación es cuatrimestral, el objetivo principal es la divulgación del pensamiento y los avances científicos, tecnológicos y humanísticos, ya sea que se generen en las diferentes áreas académicas del TESE o de origen externo, pero que puedan ser de interés general.

La información podrá presentarse en forma de artículo, ensayo, reportaje, reseña, traducción o monografía, incluyendo trabajos de divulgación. Los artículos deben ser producto de investigaciones de elevado nivel académico, contribuir al conocimiento en su materia y ser inéditos en español. Igualmente, las conferencias o presentaciones deberán adaptarse para su edición escrita. En todos los casos, se buscará que su contenido sea ameno y novedoso.

Se recomienda una extensión máxima de 10 cuartillas a doble espacio, incluyendo cuadros, notas y bibliografía. Deberá entregarse un archivo electrónico y una copia impresa, en tamaño carta, en letra Times New Roman de 12 puntos, con márgenes de 2.5 cm. por lado. De preferencia utilizar Microsoft Word, guardando el documento con la extensión .doc. Los materiales serán evaluados por el Consejo Editorial de la revista.

El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura, sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud necesaria. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión.

Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos y un resumen introductorio, no mayor de cinco líneas, que atraiga el interés del lector.

Para las citas o referencias bibliográficas que aparezcan en el texto, se utilizará el sistema Harvard; deben ir entre paréntesis, indicando el apellido del autor, fecha de publicación y número de página(s). Ejemplo: (Sánchez Vázquez. 1991: 114-122). Dichas referencias bibliográficas se mencionarán completas al final del documento. Se debe revisar cuidadosamente que no existan omisiones ni inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Las obras de un mismo autor, se enlistarán en orden descendente por fecha de publicación (2004. 1999. 1987. etcétera). No deben integrarse notas o citas mediante alguna instrucción del procesador de palabras que las incorpore automáticamente al pie de texto o al final de la página.

Deberán incluirse por separado los archivos correspondientes a las ilustraciones o fotografías que acompañen el artículo, indicando debidamente el lugar donde habrán de insertarse. El formato será TIFF o JPG con una resolución de 300 ppp. Las gráficas, esquemas, figuras, cuadros y similares se deben elaborar en computadora a línea. sin pantallas, o dibujos en tinta china sobre papel albanene, con buena calidad (no fotocopias). Los autores recibirán las pruebas de planas de sus artículos. con la debida anticipación para su visto bueno.

Para fines de registro, se solicita anexar una hoja que contenga datos del autor como nombre, grado académico, institución de procedencia, domicilio, teléfono, dirección electrónica y fax.

Los trabajos que se propongan para ser publicados en **TECNOCULTURA** deben enviarse a:

Editor **TECNOCULTURA**

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Unidad de Relaciones Públicas y Difusión
Av. Tecnológico s/n, esq. Av. Carlos Hank González (Av. Central) Col. Valle de Anáhuac,
Ecatepec de Morelos,
Estado de México, C.P. 55210
Tel. 5000 2314
correo electrónico: difusion@tese.edu.mx



Comenzamos el 2011 con la publicación de cuatro interesantes artículos de temas diversos, iniciando con los resultados de dos trabajos de investigación de nuestros colaboradores, tocando posteriormente un tema de las ciencias sociales, y finalizando con un tema de actualidad, las tecnologías de la información.

El primer artículo aborda el estudio que se realizó sobre el funcionamiento de un filtro sumergido anaerobio, para tratar aguas residuales en Chetumal, Quintana Roo. Este tipo de sistemas para el tratamiento de aguas residuales se presenta como una opción interesante, en parte por sus bajos costos de operación, sin embargo tienen el inconveniente de ser muy sensibles a las variaciones de temperatura. El objetivo del trabajo de investigación fue estudiar precisamente el efecto de la temperatura en el funcionamiento de este tipo de sistemas y analizar la posibilidad de su aplicación en esta comunidad; lo invitamos a leer los resultados de la investigación.

Siguiendo con temas de ciencia, un extenso artículo sobre los efectos de los metales pesados en el crecimiento de *Spirulina máxima*, que se define como un microorganismo con alto contenido de vitaminas, carbohidratos, lípidos y proteínas, tiene actualmente diferentes aplicaciones, principalmente en la industria farmacéutica y de alimentos.

Cambiando de temática, presentamos la segunda parte sobre la breve historia de la administración, en esta ocasión con una interesante descripción de las principales corrientes que dan origen a la administración actual.

Finalmente, nos adentramos en temas tecnológicos con un artículo que presenta la importancia del uso de las tecnologías de la información y la comunicación, abriendo nuevas posibilidades para la transmisión del conocimiento y acercándolo a los estudiantes.

Nos habla sobre el gran interés que ha demostrado el ámbito educativo y principalmente la educación superior, para incorporar estas tecnologías a su campo de acción. Siendo una preocupación la preparación de docentes y alumnos en estas nuevas herramientas para permitirles una adecuada transmisión del conocimiento. Interesantes temas que esperamos sean del agrado de nuestros lectores.

Directorio



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

TECNOCULTURA REVISTA TECNOCULTURA

SUBCOMITÉ EDITORIAL:

Sergio Mancilla Guzmán
Alfonso Martínez Reyes
Álvaro Gómez Carmona
Eduardo Avilés Apolinar
Jorge Rojas Sánchez

Responsable de la publicación
Beatriz Barrera Castañeda

Corrección de estilo
Rafael Ortiz Hernández

Diseño:
Mara Brisa López Vargas

Coordinación de la Unidad de Comunicación Social
Coordinación de redacción:
Blanca Leonor Ocampo

Responsable:
Ana Karen Flores Estrada

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC



Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 10, No.24, enero-abril de 2011. Número de autorización del Comité Editorial de la Administración Pública Estatal CE:

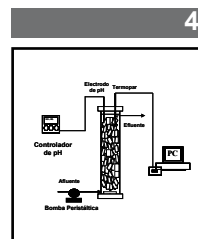
Edita y distribuye la Unidad de Relaciones Públicas y Difusión, domicilio: Av. Tecnológico (antes Valle del mayo) s/n, Col. Valle de Anáhuac, C.P. 55210, Ecatepec, Estado de México. Teléfono 50 00 23 14. Correo electrónico: difusion@tese.edu.mx. Impreso en:

Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública: 04-2006-090109555900-102, ISSN: 1870-7157. Certificados de Título y de Contenido en trámite. Se imprimen 1000 ejemplares. Se autoriza la reproducción total o parcial del material publicado en *Tecnocultura*, siempre y cuando cite la fuente. Los artículos son responsabilidad de los autores.

Contenido

Estudio de la aplicación de un filtro sumergido anaerobio en la remoción de materia orgánica de aguas residuales municipales en Chetumal, Quintana Roo.

Santiago Ávila Soto
José Luís González Bucio
José Alfonso Canche Uuh
Graciano Calva Calva
Juan Carlos Ávila Reveles
Norma Angélica Oropeza García
José Manuel Carrión Jiménez



Efecto de metales pesados (cadmio, plomo y níquel) sobre el crecimiento de *Spirulina maxima* (*Arthrospira*).

Daniel Hernández Villagrán
Jorge Antonio Torres Muñoz
Ricardo Aguilar López
Ignacio García Martínez
Alma Rosa Domínguez Bocanegra



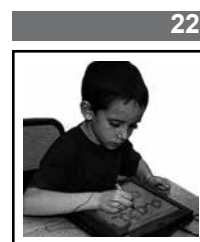
Breve historia de la Administración II Escuelas de la Administración

Maestro en Ciencias Antonio Ramírez Amador



Competencias en la transmisión del conocimiento en el nivel superior, utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Martín Verduzco Rodríguez
Mercedes Flores Flores
Edith Noemí García García



Estudio de la aplicación de un filtro sumergido anaerobio en la remoción de materia orgánica de aguas residuales municipales en Chetumal, Quintana Roo

Acerca de los autores...

¹. Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Quintana Roo.

². Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Santiago Ávila Soto¹
José Luís González Bucio¹
José Alfonso Canche Uuh¹,
Graciano Calva Calva²
Juan Carlos Ávila Reveles¹
Norma Angélica Oropeza García¹
José Manuel Carrión Jiménez¹

Resumen

En éste trabajo se evaluó el funcionamiento de un filtro sumergido anaerobio (FSA), para tratar aguas residuales de tipo municipal, procedentes de Chetumal, Quintana Roo. Después de un periodo de tres meses de estabilización del filtro, la eficiencia de remoción de materia orgánica fue medida por seis meses, incluyendo el periodo de noviembre a enero, cuando se presentan las temperaturas más bajas en Chetumal. Los resultados mostraron gran dependencia de la remoción de materia orgánica del filtro con respecto a la temperatura, dado que su eficiencia disminuyó de manera significativa durante los ciclos en que se presentaron las temperaturas más bajas. Con base en estos resultados, la aplicabilidad de tecnología anaerobia en el tratamiento de aguas residuales municipales es discutida y analizada.

Palabras clave:

Reactores de biopelícula,
Requerimientos de alcalinidad,
Temperatura, Agua residual.

Introducción

En años recientes, el crecimiento de la población en Chetumal ha originado un incremento en la cantidad de aguas residuales de tipo municipal, contaminadas principalmente con materia orgánica y nitrógeno (Tejero *et al.*, 2007). Hoy día, Chetumal cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales conocida como El Centenario, donde se cuenta con un sistema de lodos activados aerobio para eliminar la contaminación

por materia orgánica. No obstante, esa planta fue diseñada para tratar un caudal de 120 litros por segundo, y su capacidad empieza a ser rebasada por el incremento del agua residual antes mencionado. Dicha situación ha motivado el interés por desarrollar un sistema de tratamiento altamente eficiente y económico, para depurar las aguas residuales generadas en esta población.

El uso de sistemas anaerobios para el tratamiento de aguas residuales de tipo municipal, se ha presentado en años recientes como una opción potencialmente interesante, debido a sus bajos costos de operación y producción de lodos menores con respecto a los sistemas aerobios, ofreciendo una ventaja adicional, que es la producción de biogás como una fuente de energía disponible. Sin embargo, en ese tipo de sistemas las velocidades de remoción son muy sensibles a la temperatura, donde su funcionamiento óptimo se consigue entre 35 y 40 °C (Grady *et al.*, 1999),

Tabla I

Parámetros utilizados en la estimación de los requerimientos de alcalinidad en el Filtro Sumergido Anaerobio.

Parámetro	Valor	Referencia	Parámetro	Valor	Referencia
K	4.46×10^{-7}	A	H	$.16 \times 10^4$	A
Q	10368 m ³ d ⁻¹		T	25° C	
% CO ₂	30	supuesto	P	1 atm.	
Alcalinidad	645 mg L ⁻¹ como CaCO ₃	Medido en este trabajo			

K, constante de disociación del ácido carbónico; H, constante de Henry para el CO₂; P, Presión absoluta; T, Temperatura; % CO₂, contenido de dióxido de carbono en el biogás. (A), (*Handbook of Chemistry and Physics*).

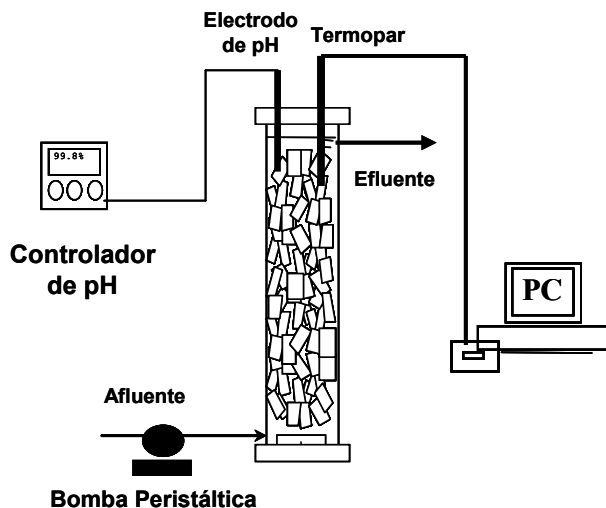


Figura 1

Diagrama esquemático del Filtro Sumergido Anaerobio.

Las investigaciones realizadas y presentadas en estos reportes científicos, muestran resultados satisfactorios en la remoción de materia orgánica de agua residual municipal, y muestran a esa tecnología como una opción interesante para emplearse en Chetumal, una región que ha sido clasificada con un clima de tipo AW(X') y AW2(W'), que corresponden a cálido subhúmedo, con lluvias en verano. Pero en los reportes antes mencionados, no se describe si las investigaciones realizadas abarcaron periodos en los que se presentan descensos en la temperatura, como en la época invernal.

En el trabajo realizado por McHugh y colaboradores (2005), observaron un descenso en la eficiencia de remoción de materia orgánica en un filtro sumergido anaerobio, como resultado de su operación a temperaturas entre 10 y 20 °C. Adicionalmente a que no se menciona la eficiencia de sus sistemas, los reportes tampoco aportan datos en cuanto al consumo de alcalinidad de sus sistemas;

lo cual constituye una restricción para utilizar esa tecnología en lugares con clima que va de templado a frío, razón por la cual su aplicación ha sido estudiada en lugares con clima cálido (Vieira *et al.*, 1994, Yu Hanqing, Joo-Hwa Tay & Francis Wilson, 1997, I. Urban, D. Weichgrebe K., & -H. Rosenwinkel, 2007).

ya que en los sistemas anaerobios es necesaria la adición de alcalinidad, con el fin de mantener un pH adecuado para los microorganismos anaerobios, pues son muy sensibles tanto al pH como a la temperatura.

De ahí es que surge el objetivo de este trabajo de investigación, que es estudiar el efecto de la temperatura en el funcionamiento de un filtro sumergido anaerobio y realizar un análisis de los requerimientos de alcalinidad de sistema, que permita una estimación de los costos de adición de alcalinidad para una adecuada planeación sobre la posibilidad de aplicar esa tecnología en la comunidad de Chetumal.

Materiales y métodos

Arreglo experimental

El arreglo experimental del Filtro Sumergido Anaerobio (FSA) utilizado en el presente estudio, se muestra en la Figura 1. Se empleó como filtro una columna de vidrio (diámetro interno: 12,5 cm, altura: 60 cm, volumen total: 7.3 L, volumen útil: 5.03 L, volumen de líquido: 2.6 L) empacada con anillos Rashig de cerámica de 5/8 de pulgada con un área superficial de 250 m²/m³ (Cerámicas PYNCO, México).

El sistema fue alimentado con agua residual municipal proveniente de un cárcamo ubicado en el municipio de Othon P. Blanco, en Chetumal, Quintana Roo. El agua residual se alimentó mediante una bomba peristáltica Masterflex, con controlador (Cole-Palmer, USA). El FSA fue inoculado con 1 litro de licor mixto, proveniente de un digestor anaerobio. El

periodo de estabilización para el filtro antes del inicio de la investigación fue de ocho meses. Después del periodo de estabilización, se evaluó el efecto de la temperatura en su funcionamiento, por lo que el sistema trabajó a temperatura ambiente. La temperatura del filtro se midió con un termopar, colocado en su parte media. Las lecturas de temperatura se almacenaron en una computadora mediante un Datta Logger Cole Parmer (USA). El pH en el FSA fue controlado a un valor 7 ± 0.1 a través de un controlador de pH Cole Parmer 48PH2 (USA), utilizando Hidróxido de Sodio 1 N como base para control.

Determinaciones analíticas

La concentración de materia orgánica a la entrada y salida del FSA fue medida como Demanda Química de Oxígeno (DQO) mediante el método de reflujo cerrado, usando kits analíticos comerciales HACH (USA) y un reactor de digestión HACH (USA). Las concentraciones de amonio nitrato y nitrato fueron determinadas a través de métodos Nessler, de ácido sulfanílico y de reducción de cadmio, respectivamente (Standar Methods, 1995). La alcalinidad del agua residual y del FSA se midió de acuerdo con la metodología descrita en Standar Methods (1995).

Estimación de los requerimientos de alcalinidad

Los requerimientos de alcalinidad fueron calculados de acuerdo con la metodología descrita por Grady, 1999.

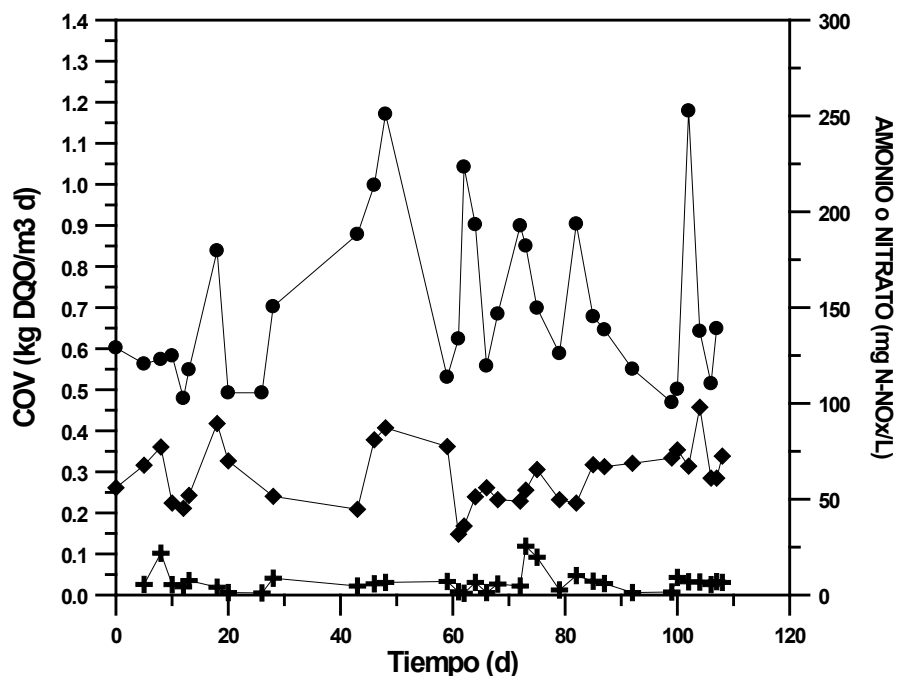


Figura 2

Variación de la carga orgánica volumétrica alimentada al sistema y concentraciones de amonio y nitrato presentes en el afluente.



Cálculo de la Carga Orgánica Volumétrica

La Carga Orgánica Volumétrica (COV) alimentada al FSA se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$COV = \frac{Q C_m}{V} \quad (1)$$

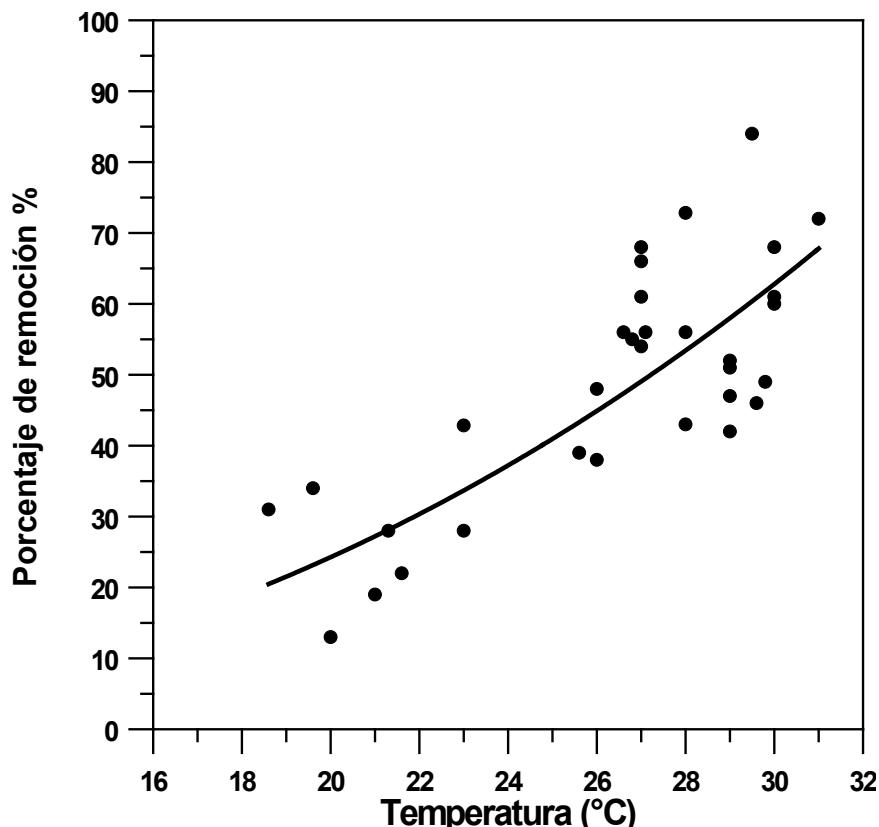
Donde Q es el caudal de agua residual alimentado al FSA ($m^3 d^{-1}$), C_m es la concentración de materia orgánica en el afluente, medida como DQO ($kg DQO m^{-3}$) y V es el volumen de trabajo del FSA (m^3).

Resultados y discusión

El periodo de estabilización para el filtro antes del inicio de la investigación fue de ocho meses. Al noveno mes se inició la investigación del efecto de la temperatura en la eficiencia del FSA por un periodo de 120 días. La Figura 2 presenta las variaciones observadas en las concentraciones de amonio (N-NH_4^+) y nitrato (N-NO_3^-) en el agua residual alimentada al sistema durante el periodo de investigación. Las concentraciones de Nitrito (N-NO_2^-) observadas en este lapso, se mantuvieron por debajo de los 2 mg N-NO_2^- /L. En la figura también se muestran las variaciones en la carga orgánica volumétrica (COV) suministrada al sistema, medidas en función de la DQO. La COV promedio calculada fue de 0.71 ± 0.21 kg DQO/m³ d.

Figura 3

Efecto de la temperatura en el funcionamiento del Filtro Sumergido Anaerobio.



En esta etapa de la investigación, se evaluó el funcionamiento del FSA durante el periodo comprendido entre los meses de septiembre y diciembre, para observar el efecto de la temperatura en la remoción de materia orgánica. Durante el estudio, las temperaturas más bajas fueron a finales de noviembre y en el mes de diciembre. En la Figura 3 se pueden observar los resultados experimentales del efecto de la temperatura en la eficiencia del FSA, el cual presentó una variación fuerte en las eficiencias de remoción de materia orgánica durante el periodo de investigación, alcanzando un valor máximo de aproximadamente 85%; estas eficiencias son bajas comparadas con las de remoción medidas en el FSA después del quinto mes del periodo de estabilización, mismas que alcanzaron valores de $89 \% \pm 6\%$, en temperaturas cercanas a 36 °C. Además, en la Figura 3 se puede ver que la eficiencia decrece conforme la temperatura disminuye, presentando una fuerte caída en su funcionamiento a temperaturas cercanas a 20 °C (condiciones de tratamiento psicrófilas).

Los resultados experimentales fueron ajustados mediante una ecuación potencial de la forma: $\% = 0.02354 \cdot T^{2.32}$ ($r^2 = 0.67$). La caída en la eficiencia de remoción del FSA implica una reducida calidad de efluente, que en periodos de baja temperatura impediría cumplir con las normas de vertimiento vigentes. La fuerte caída en la eficiencia del FSA podría ser debida a un cambio en la comunidad microbiana presente en el soporte de fijación. En el trabajo realizado por McHugh y colaboradores (2005), observaron un cambio en la comunidad microbiana de un filtro sumergido anaerobio, utilizado para el tratamiento psicrófilico de

aguas residuales industriales de alta concentración de materia orgánica. En su estudio, observaron que este cambio en la comunidad microbiana afectaba la eficiencia de remoción del filtro. Por otro lado, en algunas plantas de tratamiento, el agua residual es calentada mediante el uso del metano presente en el biogás producido, con el objetivo de incrementar las velocidades de remoción de la materia orgánica. Sin embargo, la cantidad de metano producido depende fuertemente de la concentración de materia orgánica en el agua residual que se alimenta al sistema, de acuerdo con Hall para concentraciones de materia orgánica superiores a los 1500 mg DQO L⁻¹ se puede obtener una producción de metano suficiente para elevar la temperatura del agua residual.

En el caso de este trabajo de investigación, la concentración de materia orgánica medida en el periodo de investigación fue de 367 mg DQO L⁻¹ ± 184 mg L⁻¹, lo cual representa un valor bajo que no permitiría obtener suficiente metano para elevar la temperatura. Otro punto importante a analizar son los requerimientos de alcalinidad para mantener un pH adecuado en el sistema. Debido a la producción de biogás, el dióxido de carbono presente ocasiona una caída del pH en el sistema. Los microorganismos son muy sensibles a esta variación del pH, por lo que debe adicionarse base para mantener el pH controlado. Mediante los valores presentados en la tabla I, se estimaron los requerimientos de alcalinidad para mantener el pH en 7.0 en el FSA a una temperatura de operación de 25 °C y utilizando un caudal de 10380 m³ d⁻¹, que es el caudal de operación del reactor de lodos activados aerobios de la planta de tratamiento de aguas residuales de

Chetumal. Con estos datos el valor estimado de requerimiento de alcalinidad sería de aproximadamente 13646 kg de alcalinidad como CaCO₃ por día. Estos requerimientos de alcalinidad deben ser tomados en cuenta en la elección del uso de una tecnología anaerobia, ya que representan un costo de operación importante el cual puede ser comparado con los costos de aireación necesarios para un sistema aerobio.

Conclusiones

La factibilidad de la aplicación de un Filtro Sumergido Anaerobio para el tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Chetumal fue analizada en este estudio. Se observó que el funcionamiento del Filtro Anaerobio es fuertemente afectado por la temperatura, donde la eficiencia de remoción disminuye notablemente a temperaturas cercanas a 20 °C, afectando así la calidad del efluente de agua residual tratado. Además de considerar los efectos de la temperatura se deben tomar en cuenta los costos de operación debido a la adición de alcalinidad para controlar el pH en el sistema. Estas consideraciones sirven de base comparativa con respecto a un sistema anaerobio en la elección de este tipo de tecnología para su aplicación en Chetumal.

Bibliografía

Grady, C.P.L. Jr., Daigger G.T. and Lim, H.C. (1999). *Biological wastewater treatment*, New York, USA, Marcel Dekker.

Hall, E. R. (1992). "Anaerobic treatment of wastewaters in suspended growth and fixed film processes". In *Design of anaerobic processes for the treatment of industrial and municipal wastes*. USA, Malina and Pohland eds. Technomics Publishing Pennsylvania.

Handbook of Chemistry and Physics (2004). 82th edn., USA, CRC press.

Hanqing, Y., Joo-Hwa, Tay, and Wilson, F. (1997). "A sustainable municipal wastewater treatment process for tropical and subtropical regions in developing countries". *Water Science and Technology*. 35(9):191-198.

Kickey, R., Wu, W., Veiga, M. and Jones, R. (1991). "Start-up, operation, monitoring and control of high rate anaerobic treatment systems". *Wat. Sci. and Tech.* 24(8):207-255.

McHugh, S., Collins, G., Mahony, T. and O'Flaherty, V. (2005). "Biofilm reactor technology for low temperature anaerobic waste treatment-microbiology and process characteristics". *Wat. Sci. and Tech.* 52(7):107-113

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1995). 19th edn., Washington DC., USA, American Public Health Association/American Water Works Association.

Urban, I., Weichgrebe, K. and Rosenwinkel H. (2007). "Anaerobic treatment of municipal wastewater using the UASB technology". *Water Science and Technology*. 56(10): 37-44

Vieira, S. M., M., Carvalho, F., Bariján P., and Rech, C. (1994). "Application of the UASB technology for sewage treatment in a small community in Sumare, Sao Paulo State". *Wat. Sci. and Tech.* 30(12):203-210.

Efecto de metales pesados (cadmio, plomo y níquel) sobre el crecimiento de *Spirulina maxima* (*Arthrospira*)

Daniel Hernández Villagrán¹
Jorge Antonio Torres Muñoz²
Ricardo Aguilar López²
Ignacio García Martínez¹
Alma Rosa Domínguez Bocanegra^{2*}

Resumen

La *Spirulina maxima* (*Arthrospira*) era consumida por nuestros antepasados, los aztecas, dado que crecía de forma natural en el ex-lago de Texcoco, además, es un microorganismo que presenta en su composición química un alto contenido de vitaminas, carbohidratos, lípidos y proteínas principalmente. Actualmente tiene diferentes aplicaciones en la industria farmacéutica, alimentaria y en acuicultura, ya que es utilizado como complemento alimenticio para bajar de peso y para controlar enfermedades, como la diabetes, presión alta, etcétera, por ello es de suma importancia saber que la producción de este microorganismo se lleve a cabo de manera correcta y adecuada.

El objetivo principal del presente estudio fue determinar el efecto que presentan los metales pesados cadmio, plomo y níquel sobre el crecimiento de *Spirulina maxima* (*Arthrospira*).

Acerca de los autores...

1. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.
2. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

* Autor de correspondencia.

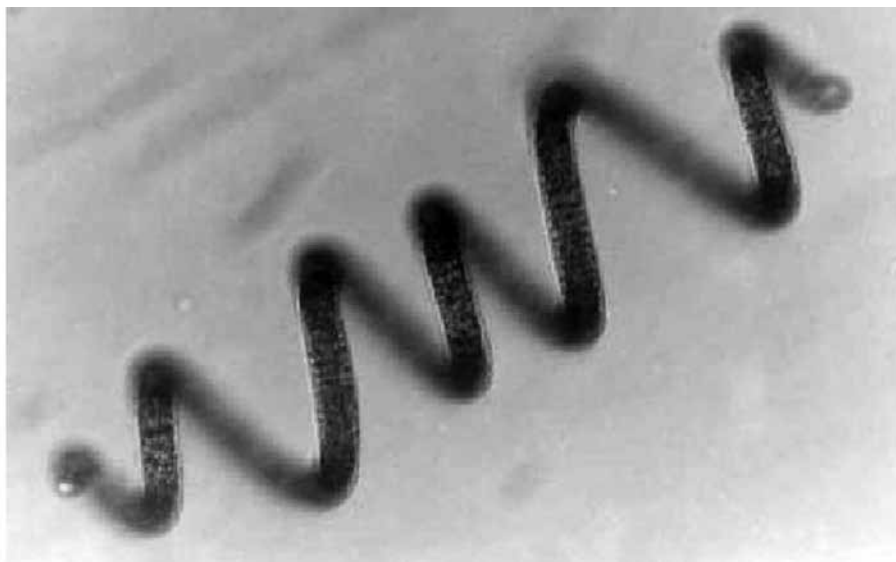
Introducción

La *Spirulina maxima* (*Arthrospira*) es una cianobacteria filamentososa verde azulada; es procariota, autótrofa, captura la luz mediante pigmentos específicos; se parece a las plantas, ya que contiene clorofila; su reproducción es asexual y se realiza por división de filamentos (Figura 1). Crece en lagos y lagunas con medio alcalino y en climas cálidos.

Se conoce que desde tiempos precolombinos este microorganismo fue utilizado como alimento por pueblos mexicanos (Aztecas) y actualmente por pueblos africanos (Kanembu). (Sánchez 2003:) (Figura 2). Ya que además tiene la capacidad de crecer tanto autotróficamente (lleva a cabo fotosíntesis), como heterotróficamente (toma a los compuestos orgánicos como fuente de energía) o mixotróficamente (Vonshak, 1997:); su pared celular esta compuesta por: peptidoglicanos, ácido teicuronico, ácido teicoico, polisacáridos y proteínas, los cuales juegan un papel crucial en la biosorción de metales (Ting et al., 1991; Gadd & White, 1993; Roy et al., 1993; Scheirewer & Wong, 2000).

De acuerdo con numerosas investigaciones, se tiene conocimiento que la *S. maxima* presenta diferentes aplicaciones, lo mismo en la industria alimentaria, como farmacéutica. Es utilizada en acuicultura como alimento para peces y en la dieta humana por presentar un alto contenido de carbohidratos, lípidos y proteínas, principalmente (Figura 3). Se sabe además que remueve altas concentraciones de nutrientes, como nitratos, nitritos, fosfatos, nitrógeno amoniacal presentes en las aguas residuales porcinas e industriales (Domínguez- Bocanegra., 1991, 2009)

Los metales pesados son normalmente clasificados en las siguientes tres categorías: metales tóxicos (Hg, Cr, Pb, Zn, Cu, Ni, Cd, As, Co y Sn), metales preciosos (Pd, Pt, Ag y Ru) y radioactivos (U, Th, Ra



y Am). (Volesky, 1990; Bishop, 2002). El rasgo distintivo de los metales pesados, es que aún cuando muchos de ellos son esenciales para el crecimiento de los seres vivos como el Na, K, Mg, Ca, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn y Mo, se han reportado efectos tóxicos, principalmente como resultado de su capacidad para alterar o desnaturalizar las proteínas. Los efectos de los metales sobre el funcionamiento de los ecosistemas son diversos, de gran importancia económica y de salud pública.

Se debe tener presente que los metales son materias naturales. El problema surge cuando prolifera su uso industrial y su empleo creciente en la vida cotidiana termina por afectar a la salud humana.

Las variedades de metales pesados que son movilizadas y puestas en libertad en el medio ambiente por las actividades tecnológicas humanas, tienden a persistir indefinidamente, distribuirse y finalmente acumularse en toda la cadena alimenticia, lo que plantea una grave amenaza para el medio ambiente, los animales y los humanos (Volesky & Holant, 1995).

Figura 1

Spirulina maxima, vista al microscopio.



La exposición a metales pesados en determinadas circunstancias es la causa de la degradación y muerte de ríos, animales, vegetación, e incluso daños directos al hombre, como son:

Degradación de tejidos (Hg inorgánico).

Trastornos neurológicos (Hg y Pb orgánicos).

Inhibición de síntesis de hemoglobina (Pb).

Porosidad en los huesos (Cd, Pb).

Carcinomas bronquiogénicos (Cr).

Alteración del contenido de minerales y funcionamiento de enzimas (Zn).

Existen otras causas de la presencia de cadmio en agua, aire y suelo, por ejemplo, el proceso gradual de erosión y abrasión de las rocas, de los incendios forestales y los procesos de actividad volcánica, siendo esta última, la mayor fuente natural de contaminación (Dorroso y García, 2005).

Su existencia en los ecosistemas acuáticos plantea riesgos, no sólo para los organismos que ahí habitan, sino también para el ser humano, ya que el cadmio es un xenobiótico y, por tanto, un metal tóxico no esencial para el desarrollo normal de los organismos (Rodríguez y Rivera, 1995), que se acumula en los seres vivos y en los tejidos del ser humano, especialmente en el riñón y el pulmón. En exposición ambiental, sus principales efectos tóxicos son: neumonitis química, disfunción renal con proteinuria y microproteinuria y enfisema.



Cadmio (Cd^{2+})

Es uno de los agentes tóxicos asociados a la contaminación ambiental, ya que reúne cuatro de las características más temidas: 1) efectos adversos para el hombre y el medio ambiente, 2) bioacumulación, 3) persistencia en el medio ambiente, 4) viaja grandes distancias con el viento y los vientos de agua.

Los principales usos y aplicaciones del cadmio o sus compuestos son:

a) como pigmento de pinturas, esmalte, plásticos, textiles, vidrios, tintas de impresión, caucho, lacas, etcétera; b) en la producción de pilas cadmio-níquel; c) como estabilizador de termoplásticos, como el PVC, y d) en fotografía, litografía y procesos de grabado.

La contaminación por cadmio es provocada por las descargas o emisiones derivadas de su empleo que conducen a una amplia distribución del metal, produciendo una carga creciente en suelos, ríos y mares.

Plomo (Pb^{2+})

Es un metal no esencial para el funcionamiento de los organismos vivos; es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana y forma parte del 10% de los metales más peligrosos para la salud humana (Yarto y Díaz, 2004).

Por término medio, se calcula que la presencia del plomo en el agua potable es entre 10 al 20%. En los últimos años, los controles por parte de los gobiernos de los países, con respecto al plomo en la gasolina han reducido significativamente la exposición de las personas a este metal. El nivel de daño depende de la cantidad a la que se esté expuesto (considerando todas las fuentes). Los efectos conocidos varían de cambios bioquímicos leves, si el grado de exposición es bajo, hasta problemas neurológicos graves e intoxicación (o incluso la muerte), si el contacto es extremadamente alto (EPA, 2000).

Su acumulación en el organismo hace que la exposición en dosis bajas a largo plazo, tanto

Figura 2

Recolección de *Spirulia maxima* (Techuitlatl)



Figura 3

Usos y aplicaciones de *Spirulina*.

en el medio laboral o a través del aire, el agua o los alimentos, dé lugar a la expresión de una toxicidad crónica. Partiendo de que la exposición a una cierta dosis de plomo es inevitable, se considera que la concentración sanguínea de plomo normal en la población no especialmente expuesta, es de 10 µg/dl como máximo, y que el nivel a partir del cual se deben tomar medidas en los niños es de 10-14 µg/dl (Ferrer A., 2003).

El Pb penetra en el organismo por todas las vías. En los pulmones se absorbe bien en forma de humos o partículas finas que son fagocitadas por los macrófagos alveolares. La absorción gastrointestinal depende de la solubilidad del tipo de sal y del tamaño de las partículas. Los adultos no absorben por esta vía más de 20-30% de la dosis ingerida, pero en los niños se alcanza hasta 50% (ATSDR, 1988). La absorción cutánea tiene escasa importancia aunque pueden absorberse las formas orgánicas. Además, el plomo de los proyectiles termina solubilizándose y distribuyéndose desde los tejidos donde han quedado alojados.

En la sangre, la mayor parte del plomo absorbido se encuentra en el interior de los glóbulos rojos. Desde aquí se

distribuye a los tejidos, alcanzándose una mayor concentración en huesos, dientes, hígado, pulmón, riñón, cerebro y bazo. En los dos primeros territorios, se acumula 95% de la carga orgánica total de plomo. El hueso es el territorio preferente de depósito, sustituyendo al calcio y, aunque no causa allí ningún problema, puede ser origen de reaparición de toxicidad crónica por movilización (Silbergeld, 1988). Así, la vida media del plomo en la sangre es de 25 días en el adulto (experimentos a corto plazo), 10 meses en el niño (exposición natural), 90 días en el hueso trabecular y 10-20 años en el cortical.

Los problemas relacionados con una marcada sobreexposición al plomo en adultos, son los siguientes (Yarto y Díaz, 2004; Higuera y Oyrzun, 2006).

Daños en los riñones.

Daño en el tracto gastrointestinal.

Daño en el sistema reproductor.

Afecta la síntesis de hemoglobina.

Daños neurológicos.

Puede causar debilitamiento de dedos muñecas o tobillos.

Daños durante el desarrollo de los

órganos del feto.

Daños en el sistema nervioso

central.

Daños en la absorción del calcio.

La contaminación del agua con el plomo se origina por sus sales solubles en agua, que son generadas por las fabricas de pinturas, baterías, municiones, productos metálicos, por alfarerías con esmaltado, fototermografía, pirotecnia, coloración de vidrios, así como industrias productoras de tetraetilo de plomo y por algunas actividades mineras. (Lomelí, 2005; Vásquez, 2005)

Cuando se libera en el aire, puede ser transportado a largas distancias antes de sedimentar en el suelo. Una vez que cae en la tierra, generalmente se adhiere a partículas en el suelo. El movimiento del plomo desde el suelo hasta aguas subterráneas, dependerá del tipo de compuesto de plomo y de las características del suelo. La mayor parte de la contaminación por plomo se debe a las descargas directas de aguas residuales. (Vásquez, 2005)

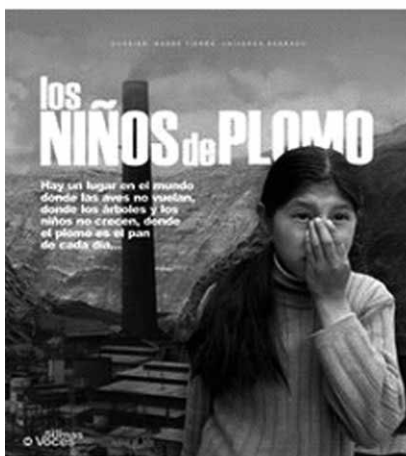
Níquel (Ni²⁺)

El níquel es empleado en el electroplatinado de instrumentos dentales, elaboración de cerámica y vidrio de color, utensilios domésticos, joyería, hidrogenación catalítica de aceites y grasas, en reacciones químicas y como intermediario en la síntesis de esteres acrílicos para la elaboración de plásticos. También, interviene en la elaboración de amalgamas con cobre, manganeso, zinc, cromo, fierro, molibdeno y para la producción de acero inoxidable; se emplea en la aleación de níquel-cobre (66% y 32%, respectivamente para la elaboración de monedas).

La exposición ambiental al níquel ocurre por la inhalación, la ingestión y el contacto con la piel. La población en general se expone a niveles bajos de níquel, al estar presente en el agua, aire, alimentos y productos de consumo. Generalmente, la mayor parte de este metal es consumido a través de los alimentos, con un promedio de ingesta diaria (en los Estados Unidos) estimado de 150–168 µg. Mientras que por agua potable y aire, las cantidades son 2 µgy 0.1–1 µg, respectivamente. (Rodríguez L., 2009). La Organización Mundial de la Salud (OMS) propuso en 1995 un valor guía basado en criterios sanitarios de 0.02 mg/l, que debería ofrecer protección suficiente para las personas sensibles al níquel.

Informes aislados indican que los compuestos de níquel pueden provocar reacciones alérgicas mediante exposiciones dérmicas y orales. El níquel ingerido como sales solubles (el ion Ni²⁺, es insoluble) causa náusea, vómito y diarrea, por lo que ciertos compuestos han sido listados como carcinógenos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, 2009) (Jiménez, 1997).

A pesar de que el níquel es un elemento esencial en algunos organismos, incluyendo las algas, a elevadas concentraciones se vuelve tóxico para algunos procesos



fisiológicos (Jiménez, 2006).

Por todo lo antes mencionado, se planteó observar el efecto que tiene los metales sobre el crecimiento de la *S. maxima*, por tratarse de un complemento alimenticio que consumen algunos seres humanos, ya que se pudiera dar el caso de que la producción de este microorganismo no cumpla con los estándares de calidad para su adecuada venta al consumidor.

Materiales y métodos

Microorganismo. *Spirulina maxima* (*Arthrospira*) aislada del Río de Los Remedios, en el Laboratorio de Biorremediación del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

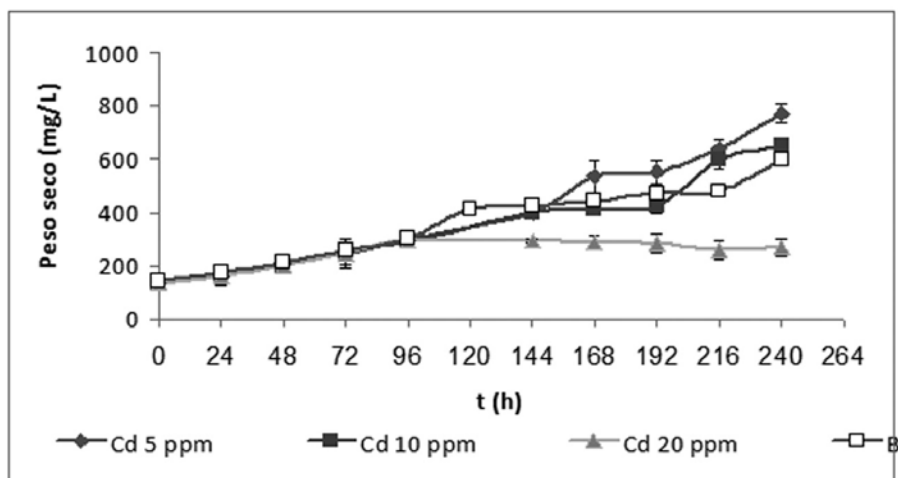
Cinéticas de crecimiento

Los experimentos se llevaron a cabo en matraces Erlenmeyer de 1 000 ml de capacidad total, con 800 ml de medio de cultivo Zarrouk modificado y 10% de inóculo v/v en fase exponencial de crecimiento a las 96 horas; posteriormente, se adicionó simultáneamente y de manera paralela en cultivos independientes, los metales cadmio, plomo y níquel en concentraciones de 5, 10 y 20 ppm, respectivamente, a partir de soluciones de acetato de cadmio (CH_3COO)₂ Cd $2\text{H}_2\text{O}$, carbonato de plomo PbCO_3 y cloruro de níquel NiCl_2 . Los cultivos fueron incubados a temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$), aireación 0.5 vvm, agitación 100 rpm, fotoperiodo natural (luz solar). Cabe señalar que los experimentos son independientes y se realizaron por triplicado.

Métodos analíticos.

El crecimiento celular se determinó por cuantificación de clorofila "a", de acuerdo con la metodología de APHA (1997), por densidad óptica a 560 nm y peso seco en g/l.

Resultados y discusión

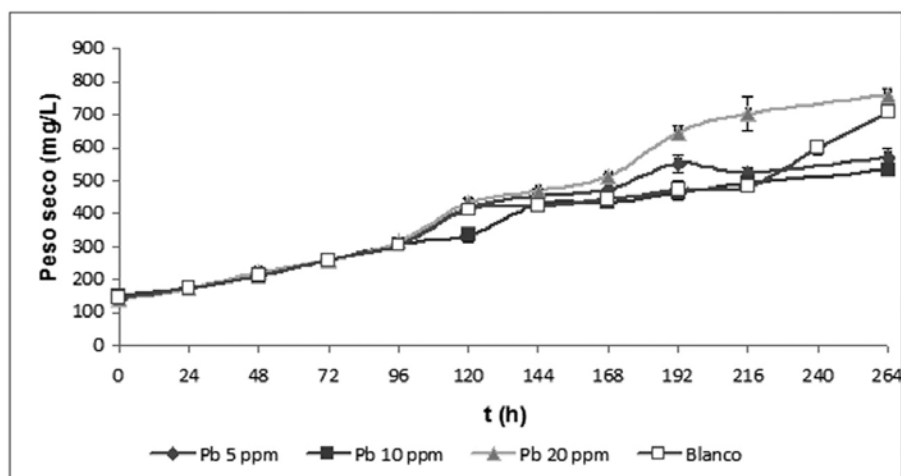


Gráfica 1

Efecto del cadmio sobre el crecimiento de *Spirulina maxima* a temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$), aireación 0.5 vvm, 100 rpm y fotoperiodo natural.

La Gráfica 1 muestra el efecto del metal cadmio sobre el crecimiento de la *S. maxima*, basado en peso seco. Podemos observar que ésta es capaz de crecer en presencia de 5 y 10 ppm de Cd^{2+} , alcanzando un crecimiento máximo de 773 y 649 mg/l y una velocidad específica de 0.17 d^{-1} y 0.158 d^{-1} , respectivamente, a las 240 horas. Cuando a los cultivos de *Spirulina* se adicionaron 20 ppm Cd^{2+} , se presentó una inhibición en el crecimiento, lo que quiere decir que a partir de esta concentración resulta tóxico para el microorganismo. Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Leborans y Novillo (1996), donde explica que la presencia de concentraciones altas de cadmio en los microorganismos provoca una desorganización en los cloroplastos, causando daños en los pigmentos fotosintéticos y como consecuencia de ello, la actividad fotosintética resulta seriamente afectada, causando la inhibición del crecimiento o la muerte celular.

En la Gráfica 2, se puede apreciar el efecto del plomo sobre el crecimiento de la *S. maxima* con base en peso seco.



Pb²⁺, pero se obtuvo un crecimiento similar al blanco hasta las 216 h.

El efecto que tiene este metal, suponemos que se debe a que el Pb²⁺ compite por un sitio activo con el Zn²⁺, el cual es esencial para la actividad y estabilidad enzimática de las cianobacterias (Erskesine, 1997).

Lo anterior concuerda con lo reportado por Zaccaro y colaboradores en el 2000, donde también se relacionó la respuesta al efecto tóxico del plomo, no sólo en las cianobacterias, sino también en algunas plantas y otros microorganismos, con la producción de proteína.

En comparación con otras cianobacterias que estudiaron Arif y El Sayed (1998), y Zaccaro et (2000), nuestro microorganismo presentó mayor tolerancia al plomo.

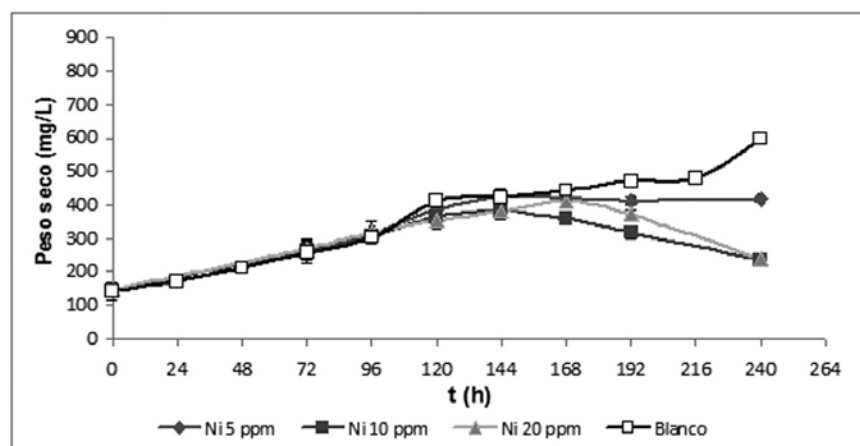
En la Gráfica 3 podemos observar claramente que el níquel es altamente tóxico a concentraciones de 20 ppm, ya que inhibe el crecimiento de *S. maxima* y causa lisis celular. Se obtuvo un crecimiento máximo de 382 mg/l a las 144 horas, en presencia de 20 ppm Ni²⁺ y 412 mg/l a las 168 horas, en presencia de 10 ppm Ni²⁺. Con 5 ppm de Ni²⁺ en los cultivos de *S. maxima*, no afectó de manera significativa el crecimiento durante las primeras horas, alcanzando un máximo de 424 mg/l a las 144; después de este tiempo, *S. maxima* entró en estado estacionario.

La toxicidad de este metal se explica porque a pesar de que el níquel es un elemento esencial en algunos organismos, incluyendo las algas, en concentraciones elevadas se vuelve altamente tóxico para algunos procesos fisiológicos. Se sabe que participa en tres enzimas: la hidrogenasa, ureasa y monóxido de carbono deshidrogenada, en las que se encuentra unido a un sitio activo de una histidina o cisteína. En las tres enzimas, el níquel es añadido al polipéptido mediante una reacción complicada que involucra guanidin trifosfatasa (GTPasas) (Maier et al., 1993), lo cual provoca la toxicidad

Gráfica 2

Efecto del plomo sobre el crecimiento de *Spirulina maxima* a temperatura ambiente (28±2°C), aireación 0.5 vvm, 100 rpm y fotoperiodo natural.

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos observar que al adicionar el plomo a las 96 horas de crecimiento de *S. maxima*, no se inhibió el crecimiento, sino que, por el contrario, la presencia de 20 ppm Pb²⁺ estimuló el crecimiento de *S. maxima*, alcanzando un máximo de 759 mg/l superior al blanco donde el crecimiento máximo fue de 701 mg/l a las 264 horas. Cuando se adicionó 5 y 10 ppm Pb²⁺ a los cultivos *S. maxima*, el crecimiento fue menor que con 20 ppm



Gráfica 3

Efecto del níquel sobre el crecimiento de *Spirulina maxima* a temperatura ambiente (28±2°C), aireación 0.5 vvm, 100 rpm y fotoperiodo natural.

del níquel.

Conclusiones

La *S. maxima* puede crecer en presencia de los metales pesados cadmio, plomo y níquel, lo que provoca gran preocupación, ya que es un microorganismo que se emplea en la industria farmacéutica, alimentaria y acuicultura.

Se recomienda verificar estrictamente la composición química de la *Spirulina maxima* a nivel industrial, para cerciorarse de que está libre de metales o que se encuentra dentro de los estándares establecidos.

Referencias

APHA (1997). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17th ed., American Public Health Association, Washington, DC, USA.

Arif, I. A., El Sabed, y A. M. A. (1998). *Geobios* Jodhpur.

Cañizares-Villanueva, R. O. (2000). "Heavy metals biosorption by using microbial biomasa", *Revista Latinoamericana de Microbiología*.

Domínguez-Bocanegra, A. R., Torres-Muñoz, J. A., Carmona, R. y Aguilar-López, R. (2009) "Theoretical-practical study on the removal of contaminants in Los Remedios River (State of Mexico)", *Ingeniería Hidráulica en México*.

Erskine, P., Senior, N., and Awan, S., (1997). "Shoolingin-Journal", P. M. Wood, S. P. Cooper, J. B. *Nature Struct Biol.*, 4.

Leborans, G. F., Novillo A. (1996). "Toxicity and bioaccumulation of cadmium in *Olithodiscus luteus* (Raphidophyceae)", *Water Res.*

Liu, S. y J. M. Suflita (1993). "Ecology and evolution of microbial populations for bioremediation", *Trends Bio-technol.*

Maier, T., Jacobi, A., Sauter, M., and Bock, A. (1993). "The product of the hyp $\square$ gene, which is required for nickel incorporation into hydrogenases, is a novel guanine nucleotide-binding protein". *J. Bacteriol.*

Vázquez, G. V. (2005). "Biosorción de metales pesados en solución acuosa mediante biomasa bacteriana muerta". Tesis de licenciatura, Depto. de Química y Biología, Universidad de las Américas Puebla, México, Cholula, Puebla.

Zaccaro, M., Salazar, C., and Zulpa de Caire, G. (2000). *Lead Toxicity in Cyanobacterial Porphyrin Metabolism*, John Wiley & Sons.

Breve historia de la Administración II*

Escuelas de la administración

Maestro en Ciencias Antonio Ramírez Amador**

Escuelas de la administración

Son las diversas corrientes o enfoques a través de los cuales se concibe a la administración. Algunas son de ámbito relativamente amplio y otras tienden a la especialización. Es obvio que en un campo de estudio tan nuevo y dinámico como la administración, existen múltiples corrientes que han aparecido según el momento histórico.

A la fecha no hay una sola teoría administrativa que sea de carácter universal, por lo que es importante el estudio de éstas, ya que sólo así podrá lograrse la comprensión fiel y total de la administración en cuanto al desarrollo de las organizaciones.

I. Escuela científica

Frederick W. Taylor (1856-1915)

Taylor nació en Filadelfia y realizó algunos de sus estudios en Europa, donde vivió los problemas sociales y empresariales de la Revolución Industrial. Estaba predestinado a cambiar la forma de administrar los negocios. Nunca pensó en llegar a ser ingeniero práctico, pues sus padres habían decidido que estudiara derecho, pero obligado por cuestiones de salud y económicas, tuvo que abandonar su formación profesional y trabajar.

* Nota: esta es una serie de artículos breves sobre las principales teorías administrativas que aparecerán con el mismo título, pero con numeración progresiva.

Acerca del autor...

** Profesor de la División de Informática del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

Consiguió un puesto de jornalero en Midvale Steel Works, fábrica que habría de ser su laboratorio administrativo. En sólo seis años ascendió de jornalero a ingeniero en jefe. Conviviendo con los obreros, estudiaba en todo momento sus necesidades y reacciones en contra de los jefes, así como su bajo rendimiento en el trabajo.

A partir de ello, estableció las características básicas de la organización racional del trabajo de la administración científica:

1. Elevar la administración a la categoría de ciencia y aplicarla como tal.
2. Seleccionar y desarrollar a los obreros por el método científico.
3. Cooperación continua y sistemática entre la dirección y los trabajadores.
4. Distribución equitativa del trabajo entre la dirección y los obreros.

En su libro *Administración de Oficinas* habla por primera vez de las técnicas de racionalización del trabajo del operario, por medio del estudio de tiempos y movimientos. Se preocupa por la supervisión y describe sus funciones básicas:

1. Dar a cada trabajador la tarea más elevada posible, de acuerdo con sus aptitudes personales.
2. Establecer una producción estándar al trabajador, nunca inferior a ese estándar.
3. Premiar a los trabajadores que alcancen el estándar establecido y aun más para aquellos que lo sobrepasen.

En 1911 Taylor publica su libro *Principios de Administración Científica*, en el cual desarrolla sus estudios de administración general que denominó “administración científica”. También ahí dio inicio el estudio de tiempos

y movimientos, cronometrando las operaciones de los trabajadores, con el fin de obtener un mayor rendimiento con menor esfuerzo y la máxima remuneración.

Además considera los siguientes factores como limitantes de la producción:

- A) El trabajador teme quedarse sin trabajo si se aumenta la producción de las máquinas o de los mismos trabajadores.
- B) La administración que no es eficiente permite a los trabajadores realizar actividades simuladas con lentitud, para así favorecer sus intereses, causándose con esto una situación de flojera y holgazanería innata y sistematizada.

Sin embargo, al emplear los métodos científicos en todas las actividades productivas, se da origen a dos factores esenciales: 1) el ahorro de tiempo y 2) el incremento de la producción, eliminando movimientos lentos e innecesarios que se sustituyen con movimientos rápidos.

La administración, de acuerdo con Taylor y los principios que propuso, se sintetiza de la siguiente manera:

1. Estudio de tiempos y movimientos.
2. División del trabajo.
3. Sistema de incentivos o castigos.
4. Selección y capacitación del personal.

Frank y Lillian B. Gilbreth

Este matrimonio se distinguió por sus esfuerzos continuos en el estudio de micromovimientos, analizando la secuencia lógica del trabajo manual y creando el diagrama de flujo del trabajo, mismo que se emplea hasta nuestros días.





Otras de sus contribuciones a la administración científica fue una lista que permitía calificar el mérito de los trabajadores que realizan una tarea específica, así como el uso de estadísticas para evaluar las tendencias de la producción.

Además, realizaron estudios encaminados a la utilización de todas las partes del cuerpo; diseño de equipo y herramientas, subrayaron la importancia de considerar el factor humano en la planta de trabajo de las organizaciones. Dichos estudios tuvieron su fundamento en los anteriormente efectuados por Taylor.

Henry L. Gantt

Fue discípulo de Taylor; diseñó un sistema gráfico que facilita la plantación y el control de un programa. Sus gráficas han sido aceptadas mundialmente y se puede asegurar que sirven aún como modelo de procedimientos en la actualidad.

La programación cronológica, importante para gran parte de la plantación, es la asignación de periodos o lapsos específicos a cada componente de trabajo, para tener una mejor posibilidad de controlarlos. En esto consiste la grafica de Gantt.

2. Escuela clásica o tradicional

Henry Fayol (1841- 1925)

Fayol creó una nueva doctrina administrativa, la cual analiza a la organización en su totalidad, o sea, desde los niveles directivos hasta los operativos.

Respecto a la forma de administrar a las organizaciones de su época, Fayol opinaba: “se puede decir que hasta ahora, el empirismo ha reinado en la administración de los negocios, cada jefe dirige a su manera sin inquietarse por saber si hay leyes que rijan la materia. Hay que introducir el método experimental. Es decir, observar, recoger,

clasificar e interpretar los hechos, instituir experiencias, sacar reglas”.

Sus principales aportaciones consisten en que concibe a las organizaciones como una serie de funciones que se interrelacionan entre sí y de cuya eficiencia depende el éxito de la empresas.

Además, determinó que las operaciones se deben segmentar de la siguiente forma: técnicas, comerciales, financieras, seguridad, contabilidad, y administrativas.

Estableció de igual forma, una incipiente división del proceso administrativo, empleando los siguientes elementos: previsión, organización, mando, coordinación, y control.

Señaló también los principios de administración como guías para obtener una organización racional y efectuar una dirección eficiente. De esta forma, Fayol dota a la administración de una serie de principios fundamentales:

1. De la división del trabajo.- El trabajo debe dividirse en tantas partes como sea posible para que la persona logre la especialización.
2. De autoridad.- Es el derecho de dar órdenes y de hacer que se pongan en práctica.
3. De la disciplina.- Es la condición de cumplimiento y compromiso de las normas que se derivan de la red de acuerdos.
4. De la unidad de mando.- Cada empleado debe recibir órdenes de un solo jefe.
5. De unidad de dirección.- Un administrador y un plan para cada grupo de actividades que tengan un



mismo objetivo.

6. De subordinación del interés particular al interés general.- Debe prevalecer el interés de la organización ante el interés personal.

7. De la remuneración al personal.- El pago por el trabajo realizado debe ser justo y suficiente.

8. De la centralización.- La organización debe ser dirigida y coordinada desde un sistema nervioso central sin que se evite la descentralización.

9. De la jerarquía.- Es la cadena de mando que va desde el nivel más alto al más bajo.

10. Del orden.- Tanto el equipo como las personas deben ser bien escogidas, bien ubicadas para que la organización trabaje con armonía.

11. De la equidad.- La amabilidad y la justicia alentarán a los empleados a trabajar bien y a ser leales.

12. De la iniciativa.- Debe fomentarse la creatividad y la imaginación de todos los empleados para mejorar su eficiencia.

13. De la estabilidad del personal.- Se le debe proporcionar a los trabajadores la seguridad de su trabajo en la medida de lo posible.

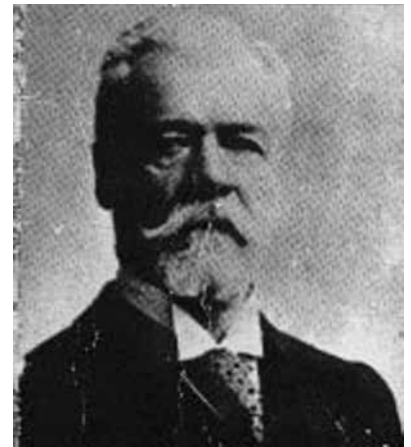
14. Espíritu de equipo.- Debe promoverse el trabajo en equipo.

Además, propuso a la administración como un fenómeno social y demostró que se debe

enseñar en las escuelas y universidades. Determinó las cualidades que debe poseer un administrador: físicas, intelectuales, morales, de cultura general, conocimientos y experiencia. Fayol condensó sus estudios y experiencias en su libro titulado *Administración Industrial y General*.

Conclusión

En este segundo artículo, se presentó una breve historia de las dos principales teorías que dan origen a la ciencia administrativa, como es la científica y la clásica.



Bibliografía

- Khon, Harol y Weihrich, Heinz.
Administración, una perspectiva global,
Mc Graw Hill.
- Stoner, Gilbert F. *Administración*,
Prentice Hall.
- Hernández y Rodríguez, Sergio.
Introducción a la administración, Mc
Graw Hill.

U.P.I.I.C.S.A. *Apuntes de administración*,
Instituto Politécnico Nacional.

Competencias en la transmisión del conocimiento en el nivel superior, utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Martín Verduzco Rodríguez*
Mercedes Flores Flores*
Edith Noemí García García **

Resumen

Con el presente artículo se busca plasmar una visión sobre la importancia de utilizar las tecnologías de información y comunicación para transmitir el conocimiento, así como el rol de un aprendizaje que involucre las competencias, pasando así de una formación profesional tradicional a una con nuevos espacios de aprendizaje.

La educación a distancia tiene como objetivo primordial brindar el conocimiento mediante recursos innovadores que permitan al estudiante impregnarse de la

Acerca de los autores...

* Maestría en Ciencias de la Educación ETAC-UVM y profesor de la División de Sistemas Computacionales del TESE.

** Profesor de la División de Sistemas Computacionales del TESE.

racionalidad derivada de la parte humana y acceder a una racionalidad instrumental que facilite el aprendizaje en un ambiente virtual, capaz de proyectar nuevas metodologías y estrategias didácticas, y así medir el avance en los conocimientos, la interactividad entre uno o más estudiantes, uno o más docentes y la participación en grupos de discusión en foros de debate, aplicando las cuatro dimensiones en las competencias.

Introducción

Actualmente, la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) enrolan tanto a docentes transmisores del conocimiento como a estudiantes captadores del mismo.

En este nuevo paradigma, la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje comprende los cuatro principales ámbitos de formación que deben ser atendidos: ser, saber, hacer e innovar.

Hasta hace algunos años, las tecnologías eran poco utilizadas en el ámbito educativo; en la actualidad, las instituciones educativas en todos los niveles, principalmente en la enseñanza superior, han mostrado una gran preocupación por implementar programas que involucren la formación profesional integral, que permita a sus egresados incorporarse a un mercado laboral impregnado por el uso de las TIC y de competencias laborales.

Nuevos espacios de aprendizaje: educación de calidad a distancia

A partir de la Segunda Guerra Mundial, la televisión educativa jugó un papel importante en la transmisión de conocimiento sin necesidad de estar en forma presencial en un aula educativa, ya que inició con un estilo de maestro tutor que impartía las clases desde un



lugar lejano a los emisores, y éstos podían aprender siguiendo las indicaciones de los docentes “virtuales”.

Latinoamérica desarrolló importantes programas de capacitación y de educación a distancia, como en Perú, Costa Rica y Venezuela, implementando proyectos en esta modalidad educativa, con el fin de llevar a cabo programas de alfabetización y educación en zonas rurales.

En México, la televisión educativa surgió como apoyo a programas de alfabetización, principalmente enfocada a comunidades rurales, teniendo algunos apoyos por parte de instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), así como el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE).

En Europa la educación a distancia tuvo sus primeras influencias en las universidades abiertas conocidas *Open University*, a partir de la década de 1970 en Inglaterra y España se utilizó la televisión para transmitir conocimientos.

La educación a distancia y la utilización de las TIC implican una nueva posibilidad de acercarse al saber, dando con ello oportunidad de un aprendizaje y retroalimentación sin necesidad de cubrir un horario presencial en un salón de clase, ofreciendo la posibilidad de flexibilizar el tiempo y dedicación al estudio según los requerimientos y necesidades de cada receptor activo.

La educación a distancia tiene como objetivo primordial brindar el conocimiento mediante recursos innovadores que permitan al estudiante impregnarse de la racionalidad, derivada de la parte humana (docente) y acceder a una racionalidad instrumental que facilite el aprendizaje en un ambiente virtual capaz de proyectar nuevas metodologías y estrategias didácticas, y así medir el avance en los conocimientos, la interactividad entre uno o más estudiantes, uno o más docentes y la participación en grupos de discusión en foros de debate, aplicando las cuatro dimensiones en las competencias.

La función de los docentes es buscar estrategias de aprendizaje innovadoras, que sean permisibles y adaptables a las necesidades del estudiante, enfocándose tanto en el aprendizaje significativo del receptor del conocimiento, como en el aprendizaje centrado en problemas o en el alumno.

De igual modo, la nueva administración para adquirir conocimientos tiene como ventaja primordial el manejo del tiempo dedicado a su obtención, las innovaciones que se presenten en los mismos, la retroalimentación de teorías del conocimiento y enfoques prácticos en la formación profesional integral.

Dentro de los nuevos espacios de aprendizaje, las TIC han desempeñado un papel fundamental en la transformación de una sociedad cambiante, misma que ha tenido que adaptarse a los ambientes tecnológicos y globales de la educación en la actualidad, por ejemplo el uso extendido de la llamada “pizarra negra” (monitor o pantalla) de un equipo de cómputo como herramienta didáctica en la transmisión y retroalimentación del conocimiento, capaz de plasmar por tiempo indeterminado la información captada mediante dispositivos electrónicos, portátiles o de escritorio.

Otro ejemplo es la gran cantidad de información disponible en el espacio navegante de Internet, que puede ser compartida por un número ilimitado de usuarios.

Hablar de tecnologías de la información y la comunicación incluye un sin número de conceptos. Así, las TIC son definidas según Jimmy Rosario (2005) como un “Conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica y electromagnética. Las TICs incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual”.

Por tanto, las herramientas didácticas básicas en la formación de profesionales son sin duda las TIC, mismas que se mantienen de manera activa, innovando y desplazando cada vez más el proceso



enseñanza-aprendizaje de forma presencial en aulas, para dar paso a las aulas virtuales y a los tutores en línea, en lugar de los facilitadores del conocimiento como emisores presenciales.

De igual manera, se potencia la interactividad de los receptores activos, ya no sólo con los de su comunidad, sino con un sin número de participantes en línea, abriendo nuevas posibilidades de desarrollo y conocimiento cultural.

Las TIC hacen factible el conocimiento innovador que permite un amplio desarrollo de proyectos y programas de aprendizaje, así como nuevos mecanismos de evaluación a través de la red, teniendo como opción, el uso de un equipo de cómputo de escritorio o uno portátil.

Las TIC en la formación integral en el nivel superior basado en competencias

Al mencionar la palabra competencias, tal vez lo primero que viene a la mente es una idea de confrontación entre dos o más eventos relacionados con un mismo ámbito. Una competencia se describe como una tarea que implica un grado suficiente de complejidad y puede considerarse como habilidad para realizar una tarea de forma semiautomatizada; una competencia permite dominar exigencias de la vida cotidiana, del trabajo y de la vida social.

Según el texto de Rafael Feito: “es la capacidad demostrada de utilizar conocimientos y destrezas”, siendo el conocimiento el producto generado del procesamiento de información convertido en aprendizaje cognitivo. En tanto, una destreza viene definida como una habilidad para utilizar técnicas haciendo uso de los conocimientos, con el objeto de resolver problemáticas específicas.

Una de las principales preocupaciones en el quehacer educativo de las instituciones

de nivel superior, es tener programas que garanticen la calidad en la formación integral de los estudiantes. El rápido crecimiento en la cultura de la información, las obliga no sólo a competir con programas de calidad, sino a preparar tanto a docentes como a estudiantes para innovar con herramientas de aprendizaje que les permitan la transmisión y la aprehensión del conocimiento.

Las TIC incorporan nuevos modelos educativos, donde las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje son realizadas en línea. Las dimensiones de un aprendizaje obligado utilizando nuevas tecnologías y comunicaciones, radican en ser, saber, hacer e innovar dentro de un ámbito competitivo.

Ser: dimensión afectiva-comunicativa.

Se refiere a aquellas competencias y cualidades relacionadas con las habilidades sociales y comunicativas enfocadas a los nuevos entornos virtuales dentro del proceso enseñanza-aprendizaje. Ser un individuo capaz de formar conocimiento por medio de la tecnología, que permita el entorno afectivo y comunicativo del usuario con múltiples navegantes.

Saber: dimensión activa-creativa. Es la apropiación de los conocimientos y la retroalimentación aplicada a un ámbito competitivo, que permita a todos los estudiantes entender la metodología para adueñarse de nuevas aplicaciones y con ello, la comprensión de conceptos y herramientas, tanto para el diseño como para la aplicación.

Hacer: dimensión activa-aplicadora. A partir de la comprensión del uso



de las herramientas tecnológicas y las metodologías innovadoras en el proceso enseñanza-aprendizaje, el estudiante aprende a apropiarse de los conocimientos adquiridos y con ello a diseñar y utilizar nuevas aplicaciones para resolver problemas teórico-prácticos y llevarlos al ámbito profesional dentro del mercado laboral.

Innovar: dimensión aplicativa-innovadora. Al comprender las metodologías que permiten el proceso enseñanza-aprendizaje mediante el uso de las TIC y la apropiación de los conocimientos, tanto de la información como del diseño de nuevas aplicaciones, el estudiante logra utilizar estos recursos que lo formaron, para un determinado curso, innovando conceptos que le permitan la solución de problemas y la creación de productos aplicables para su preparación y en beneficio de la sociedad.

Competir para la vida, el trabajo y el empleo



El uso de las TIC transforma el lenguaje verbal de un facilitador-emisor del conocimiento, a un lenguaje digital proyectado mediante un dispositivo electrónico, mismo que abre la puerta al entendimiento, con la ventaja de acceder a él en forma ilimitada y desarrollar

el pensamiento crítico mediante las metodologías de aprendizaje centradas en el estudiante y con base en la solución de problemas.

En el ámbito de la competición, ya sea en la vida o en el trabajo, el uso de las TIC abre un horizonte para que el uso ilimitado de información sirva para formar al receptor; no únicamente en su área afín, sino en muchas otras.

Competir para la vida

En una sociedad inmersa en la información, cualquier persona no puede estar ajena al uso de las TIC para el desarrollo de su vida cotidiana. El ambiente digitalizado, cuyos instrumentos exigen el conocimiento de herramientas computacionales, han transformando la manera de vivir, tanto en el ambiente familiar como en el social.

Competir para el trabajo

En el ámbito laboral, el uso inminente de las TIC obliga a estar involucrado en la aplicación de nuevas tecnologías que faciliten la realización de las actividades y potenciar la capacidad de los servicios administrativos, de manufactura, médicos, etcétera.

Competir para el empleo

A nadie resulta nuevo que la competencia para incorporarse al mercado laboral siempre ha sido ardua; el crecimiento de ofertas laborales en nuestro país no ha sido muy favorable, por lo que la competencia exige el uso y conocimiento preciso de las TIC.

Las empresas captadoras exigen cada vez más conocimiento en innovación por parte de los candidatos a ocupar un puesto, quienes deben responder a las exigencias tanto de los empresarios como del puesto a desempeñar, tomando en cuenta las actividades o los servicios a desarrollar.

Conclusiones y trabajos futuros

En el ámbito educativo, hasta hace algunos años las tecnologías eran poco utilizadas; en la actualidad, las instituciones educativas de todos los niveles, principalmente el superior, han tenido una gran preocupación por implementar programas que involucren la formación profesional integral y que permita a sus egresados incorporarse a un mercado laboral impregnado del manejo de las TIC y las competencias laborales.

En este nuevo paradigma del conocimiento, la transformación del proceso enseñanza-aprendizaje comprende los cuatro principales ámbitos de formación que se deben atender: ser, saber, hacer e innovar.

Una de las principales preocupaciones en el quehacer educativo de las instituciones de nivel superior es contar con programas que garanticen la calidad en la formación integral de los estudiantes. El rápido crecimiento en la cultura de la información, obliga a las instituciones no sólo a competir con programas de calidad, sino a preparar tanto a docentes como a estudiantes a innovar con herramientas de aprendizaje que les permitan la transmisión y la aprehensión del conocimiento. La incorporación de las TIC incluyen nuevos modelos educativos donde las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje son realizadas en línea.

Al involucrar metodologías que permiten el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de las TIC y el apropiarse de los conocimientos tanto de la información como del diseño de nuevas aplicaciones, el estudiante logra utilizar los elementos que lo formaron para innovar conceptos que le permitan la solución de problemas y la creación de nuevos productos útiles para beneficio colectivo.

El uso de las TIC en una sociedad que se prepara con miras a una alfabetización digital, resulta de gran importancia, ya que la transformación de servicios, tanto

en la vida cotidiana como en el ámbito laboral, exige poseer estos conocimientos para mantenerse acorde con un mundo impregnado de tecnologías.

En un trabajo futuro, se pretende involucrar a los profesores de la división de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC) del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, mediante cursos a distancia basados en competencias y la impartición de las asignaturas de manera presencial y en línea, de modo que se favorezca a los estudiantes que no puedan asistir a la clase presenciales.

Referencias

- Castells, M. *La era de la información, economía, sociedad y cultura*. Ed. Madrid. España. 2001
- Feito Alonso, Rafael, "De las competencias básicas al currículum integrado". Universidad Complutense de Madrid, España, disponible en el Archivo: <http://edu.jccm.es/ies/cifuentes/attachments/sobre%20competencias.pdf>
- Martínez, R. "Revista Iberoamericana de Educación". No. 24. pp. 7-10, España. (Accedido el 5 de junio del 2009. www.rieoei.org.es)
- Rosario, Jimmy, 2005, "La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual". Disponible en el Archivo del Observatorio para la CiberSociedad en <http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php?art=218>
- Salinas, J. "Nuevos Ambientes de Aprendizaje Para una Sociedad de la Información". Universidad de las Islas Baleares, España. Accedido el 5 de junio del 2009. www.gte.vib.es
- Tedesco, A. "Educación a Distancia: Entre los Saberes y las Prácticas". *Revista Eicanet.com*. 2005, España. Accedido el 9 de junio del 2009. www.urg.es
- Torres, L. "La Educación a Distancia en México: ¿Quién y Cómo la Hace?" www.wad.de de las Islas Baleares, España. Accedido el 18 de junio 2009. www.mta.udg.mx
- Valenzuela, M. "Las TIC's como Herramienta para Fortalecer el Proceso Enseñanza-Aprendizaje". *Memorias del III Congreso Internacional de Ciencias Económico-Administrativas ESCALA 2008*. Universidad Autónoma de Baja California. México. 2008. www.itmexicali.edu.mx



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



GOBIERNO QUE TRABAJA Y LOGRA
engrande

