

TECNOCULTURA

Investigación · Ciencia · Tecnología · Cultura

Publicación cuatrimestral del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 7
No.20, septiembre-diciembre del 2008

**Hidrocarburos Aromáticos y Fenilpropanoides Presentes
en la Rizosfera de plantas de *Cyperus laxus* Crecido en
Suelos Contaminados con Hidrocarburos**

**Aislamiento y Caracterización del cDNA
del Gen de la Insulina para el Establecimiento
de Cultivos de Raíces Transformadas**

**Propuesta de un Modelo de 35
Evaluación Docente
(Proposal for a model of Teacher Evaluation)**

El Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad Certificado bajo la Norma ISO 9001:2000 en sus procesos de inscripción, reinscripción y titulación, con reconocimiento ante EMA, UKAS y ANAB.



Información para los autores

La revista TECNOCULTURA es un órgano de difusión del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE); su publicación es cuatrimestral, su 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.

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 deberán 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 el nombre del autor, 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. 50 00 23 14
difusion@tese.edu.mx



editorial



Entre los temas incluidos en la agenda para este 2010 en las Instituciones de Educación Superior del país, se encuentra la puesta en marcha de un Sistema Nacional de Evaluación Superior, que fue propuesto en octubre del año que terminó, por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

El objetivo de lo anterior, es revisar y establecer los mecanismos que garanticen que las instituciones, tanto públicas como privadas, cumplan con la calidad requerida, lo cual es un criterio loable, ya que no basta decir que se ofrece educación de alta calidad, sino que es necesario demostrarlo.

El que se reconozca a la evaluación como un elemento fundamental para el progreso de la enseñanza superior de México, nos hace vislumbrar un mejor futuro, y aunque ya desde hace algunos años diversas instituciones (entre ellas el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec) someten sus licenciaturas a evaluaciones como las del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) y el Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior (CIES), este es un recurso que aún no se ha generalizado, y que requiere se tome como básico en toda casa de estudios, principalmente si es de nivel medio superior o superior.

Precisamente sobre el tema, en esta edición de Tecnocultura se presenta como propuesta, un modelo de evaluación docente, elaborado por cuatro alumnos de maestría del Tecnológico, el cual permite detectar las necesidades de capacitación o actualización profesional o de los métodos de enseñanza, y que facilita realizar una valoración más objetiva a través de un sistema automatizado.

Para los interesados en el área de la bioquímica, en este número se incluyen dos artículos, surgidos a partir de trabajos conjuntos con investigadores del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), del IPN y el TESE, el primero de ellos es un estudio sobre la planta *Cyperus laxus*, que tiene la cualidad de crecer en suelos contaminados con hidrocarburos, concretamente de petróleo crudo, al tomar nutrientes del mismo y por tanto se considera que es un elemento fundamental para la recuperación de estos suelos.

El segundo, da cuenta de un trabajo encaminado a generar insulina a partir de cultivos de raíces transgénicas de la *Brassica oleracea* var. *botrytis*, mejor conocida como brócoli. Recordemos que la insulina humana es una proteína cuya actividad hormonal consiste en regular los niveles de glucosa en la sangre, por lo que la generación de esta sustancia sería todo un avance en el tratamiento de la diabetes.

Finalmente, se presenta la segunda y última parte del artículo Tecnologías para la Implementación del M-learning, en el que se aborda el abanico de opciones que ofrece el aprendizaje móvil, como la educación a distancia y la educación abierta, así como los modelos pedagógicos y sistemas operativos que se pueden implementar.

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

Secretaría de Educación

Subsecretario de Educación Media
Superior y Superior

Tecnológico de Estudios Superiores de
Ecatepec

REVISTA TECNOCULTURA

CONSEJO EDITORIAL

Uriel Galicia Hernández
Alfonso Martínez Reyes
Álvaro Gómez Carmona
Fco. Alfonso de Jesús Castañeda Siles
Jorge Rojas Sánchez

Editor
Beatriz Barrera Castañeda

Corrección de estilo
Rafael Ortiz Hernández

TECNOCULTURA



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

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



En portada



Tecnología que habla de historia.

Diseño: D.G. José Francisco Díaz Pantaleón

Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 7, No. 20, septiembrediciembre 2009. 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 noviembre de 2007. Imprenta: Impresores Nasaka, S.A. de C.V., domicilio: Paseo Tollocan No. 802, Col. Residencial Colón, Toluca, Estado de México. C.P. 50120. Tel.: 017222142014

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.

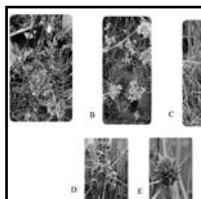
<http://tecnocultura.tese.edu.mx>

Contenido

4

Hidrocarburos Aromaticos y Fenilpropanoides Presentes en la Rizosfera de palantas de *Cyperus laxus* Crecido en Suelos Contaminados con Hidrocarburos

Araceli Rivera Casado Noemí
Refugio Rodríguez Vázquez
María del Carmen Montes Horcasitas
Josefina Pérez Vargas
Octavio Gómez Guzmán
Graciano Calva Calva

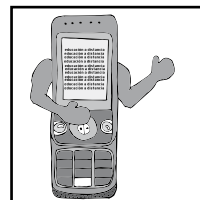


Tecnologías

para la Implementación del M-learning (Aprendizaje Móvil) (segunda y última parte)

Ing. Irene Aguilar Juárez
M. en C. Mercedes Flores Flores

16



28

Aislamiento y Caracterización del cDNA del Gen de la Insulina para el Establecimiento de Cultivos de Raíces Trasformadas

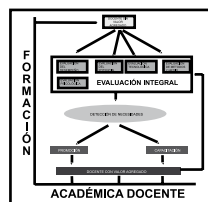
Berenice García Reyes
María del Carmen Montes Horcasitas
Emma Gloria Ramos Ramírez
Armando Ariza Castolo
Josefina Pérez Vargas
Octavio Gómez-Guzmán
Graciano Calva Calva



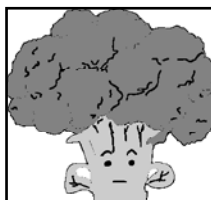
Propuesta de un Modelo de Evaluación Docente (Proposal for a model of Teacher Evaluation)

Luis Antonio Méndez Sánchez
Julieta Bañuelos León
Javier Norberto Gutiérrez Villegas
Israel Isaac Gutiérrez Villegas

35



Tecno Humor



Hidrocarburos Aromaticos y Fenilpropanoides

Presentes en la Rizosfera de Plantas de *Cyperus laxus* Crecido en Suelos Contaminados con Hidrocarburos

Araceli Rivera Casado Noemí *

Refugio Rodríguez Vázquez *

María del Carmen Montes Horcasitas *

Josefina Pérez Vargas **

Octavio Gómez Guzmán *

Graciano Calva Calva *

Resumen

En este trabajo se evaluó el perfil de compuestos fenólicos y de hidrocarburos poliaromáticos (PAH) presentes en un sistema experimental para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos, mediante el cultivo de *Cyperus laxus*, especie pionera en sitios de Tabasco contaminados por derrames de petróleo crudo. En el perfil cromatográfico por HPLC/UV de los suelos contaminados no cultivados, se destaca la presencia de compuestos conjugados del fluoreno (FL), acenafteno (ACNF), quercetina (QTN), ácido 4-hidroxi-3-metoxibenzóico (HMBOH), quercetrina (QTRN) y ácido 3,4-dimetoxibenzóico (DMBA). En forma libre se detectó la presencia principalmente de antraceno (ANT), naftaleno (NAF), y acenaftileno (ANFTY), la cual fue generalizada en todos los suelos a un tiempo de retención similar al del estándar.

Por otro lado, en los suelos cultivados el perfil de PAH mostró la presencia de ANT y fenantreno (FNN). A dife-

rencia del perfil de fenoles de los suelos SI 63, SSR y S205, en los suelos cultivados se identificó una mayor variedad de compuestos estructuralmente similares a los PAH, dentro de los cuales destaca el naftaleno (NAF), criseno (CRI), ACNF, Benzo[b]Fluoranteno (BfF) y Fluoranteno (FLT). En los extractos de raíces, se detectó principalmente el ANT.

En el bulbo de las plantas los PAH detectados fueron ACNF y FNN. También se identificaron agregados con estructuras similares a FL, Indeno[1,2,3-c,d]Pireno (iI23P), BaA, FLT y ACNF. Este último se detectó en todos los bulbos de plantas cultivadas en suelos contaminados. En el bulbo se encontraron además cantidades importantes de fenoles pertenecientes al grupo de los ácidos benzóicos, cinámicos, flavonas y flavonoles. En los extractos de hoja se identificó la presencia de ACNF y FLT y de compuestos estructuralmente similares a FNN y ANT. Dentro de los fenilpropanoides destacaron los compuestos pertenecientes al grupo de los ácidos benzóicos, flavonas y flavonoles tales como ácido protocatecónico, alcohol coniferílico, crisina, p-hidroxibenzóico, quercetina y luteína.

Acerca de los autores...

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

** Posgrado en Ingeniería Bioquímica, TESE.



Introducción

Las plantas poseen tal diversidad metabólica que les permite acumular y/o degradar compuestos xenobióticos. Esta versatilidad metabólica vegetal, en conjunto con la de los microorganismos de la rizósfera, ha permitido su uso para la recuperación ecológica de sitios impactados por contaminantes, tecnología denominada fitorremediación, una de las tecnologías de biorremediación más eficientes, viables y económicas. Aunque ésta se ha aplicado por varios años, se conoce poco acerca de la interacción bioquímica entre los componentes ecológicos del sitio, especialmente a nivel del organismo responsable de las actividades enzimáticas y origen de los metabolitos formados durante el proceso de remoción. Por ello, en este trabajo se evalúa el perfil de los compuestos fenólicos derivados del metabolismo de fenilpropanoides y de hidrocarburos poliaromáticos (PAH) presentes en un sistema experimental para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos, mediante el cultivo de *Cyperus esculentus* y *Cyperus laxus*, especies pioneras en sitios de Tabasco contaminados por derrames de petróleo crudo.

En estudios previos, se encontró que un cultivo mixto de estos *Cyperus* participan en la degradación de esos hidrocarburos, removiendo hasta el 92% de estos compuestos, a partir de suelos con más de 300 g de hidrocarburos totales por kilogramo de suelo (Palma-Cruz, en trámite). Así, este sistema representa un modelo experimental único para el estudio de bioquímica involucrada durante el proceso de remoción, específicamente los PAH que abundan en esos suelos intemperizados. Aunque el objetivo final del proyecto es evidenciar algunas de las estrategias fisicoquímicas y fisiológicas que utilizan las plantas y microorganismos durante el proceso, en este trabajo se presenta el perfil de compuestos fenólicos y PAH presentes en el sistema cultivado con *Cyperus laxus*.

Materiales y métodos

Se colectaron plantas completas de *Cyperus* spp crecidas en macetas con suelo de pozos P163, P250, batería San Ramón y suelo de jardín como control, todas ellas provenientes del estado del Tabasco, cuya germinación y crecimiento se llevó a cabo en invernadero por más de tres años. La extracción de PAH se realizó de acuerdo con el método 3550B de la US EPA y el análisis e identificación se realizó por HPLC, utilizando en una columna PRODIGY ODS2 fase reversa (C18, 25 cm x 4.6 mm; 5µm; HPLC UV-visible Thermo Separation). La elución fue desarrollada usando como solvente A TFA 50µM y como solvente B Acetonitrilo HPLC con el siguiente gradiente: de 0-5 min A 10%, B 90%; de 5 a 25 min



A 20%, B 80%; de 25 a 45 min A 65%, B 35%; de 45 a 60 min A 80%, B 20%; de 60 a 70 min A 95%, B 5%; y de 70 a 85 min A 10%, B 90%. Se emplearon compuestos estándar de PAH (SUPELCO No. 48905-U). Se usó el método reportado por Martínez-Juárez (2004) para la determinación de compuestos fenólicos. Los límites de detección mínimo y máximo fueron 5 μ M y 80 μ M respectivamente, tanto para fenoles como para los PAH.

Las especies vegetales fueron seleccionadas con base en su presencia y prevalencia en las macetas. El género y especie fue *Cyperus laxus* y se identificaron dos poblaciones (I y II), las cuales se diferencian en la estructura de su inflorescencia. En MA y M17 se desarrolló *Cyperus laxus* perteneciente a la población I, mientras que en M10 estuvieron ambas poblaciones. Para el análisis en las muestras de suelo y tejido vegetal, de manera general, la cantidad de biomasa en peso seco fue de 80-90 mg para la determinación de fenoles y de 250 mg para la determinación de PAH.

Resultados y discusión

Tiempo de retención y longitud de onda para compuestos estándar usados para el análisis HPLC/UV

El método de HPLC desarrollado, permitió la separación concomitante de compuestos muy polares como la fenilalanina y vainillilamina entre los 2-6 minutos, los fenilpropanoides y derivados del ácido benzoico entre los 5-20 minutos, las flavonoides y flavonoles entre los 18 a los 35 minutos, y compuestos no polares como los hidrocarburos aromáticos de 1-5 o más anillos entre los 25 a 70 minutos (Figura 1). Los tiempos de retención y longitud de onda de máxima absorción usados para la integración de los picos respectivos, se muestran en la Tabla I.

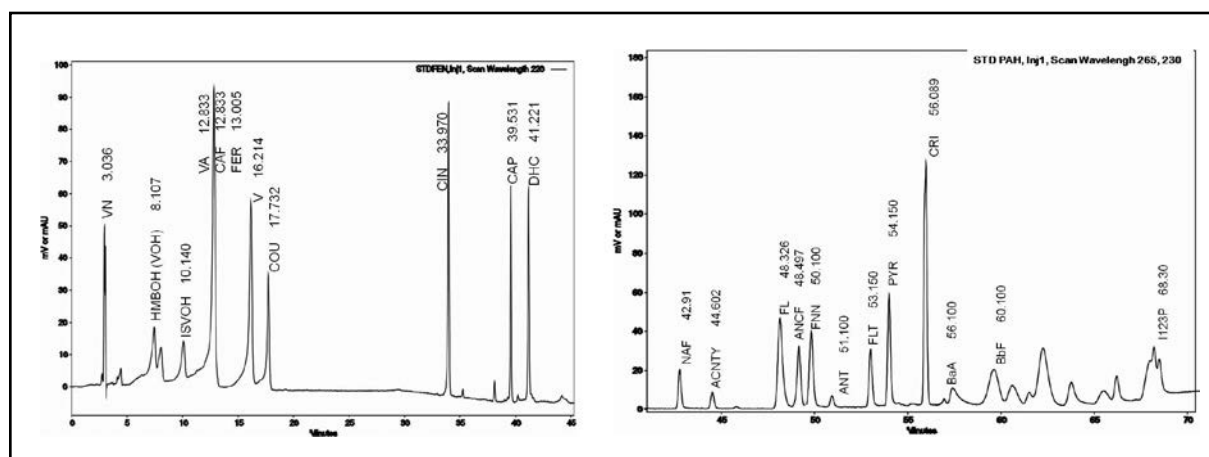


Figura 1. Cromatograma de la mezcla de fenoles (A) y de PAH (B) en HPLC con el gradiente de TFA:Acetonitrilo

Tabla 1. Tiempo de retención y longitud de onda usada para la determinación de fenoles y PAH

Tipo PAH	Abreviatura	[μM]	Tiempo de retención (min.)	Longitud de onda (nm)
Vainillina	VN	50.00	3.036	220 ^(*)
Alcohol vainillínico	VOH, HMBOH	50.00	8.107	220 ^(*)
Alcohol isovainillínico	ISVOH	50.00	10.140	220 ^(*)
Ácido vainillínico	VA	50.00	12.833	220 ^(*)
Ácido caféico	CAF	50.00	12.833	220 ^(*)
Ácido ferúlico	FER	50.00	13.005	220 ^(*)
Vainillina	V	50.00	16.214	220 ^(*)
Ácido coumárico	COU	50.00	17.732	220 ^(*)
Ácido cinámico	CIN	50.00	33.970	220 ^(*)
Capsaicina	CAP	50.00	39.531	220 ^(*)
Dihidrocapsaicina	DHC	50.00	41.221	220 ^(*)
Naftaleno	NAF	60.43	42.911	220
Acenaftileno	ANFTY	51.05	44.602	230
Fluoreno	FL	46.65	48.326	265
Acenafteno	ACNF	49.92	48.497	230
Fenantreno	FNN	46.65	50.100	250
Antraceno	ANT	44.154	51.100	250
Fluoranteno	FLT	38.12	53.150	230
Pireno	PYR	37.98	54.150	240
Criseno	CRI	34.15	56.089	265
Benzo[a]Antraceno	BaA	33.92	56.100	290
Benzo[b]Fluoranteno	BbF	30.55	60.100	260
Indeno[1,2,3-c,d]Pireno	i123P	27.95	68.300	250

(*) De acuerdo con lo reportado por Waldron et al., 1996

Selección de las especies vegetales

Dado que los suelos del PSR y P205 presentan mayor concentración de hidrocarburos totales, según lo reportado por Palma-Cruz (2008), se decidió coleccionar las especies vegetales de interés de las macetas M17 y M10 conteniendo dichos suelos, y como suelo control el MA proveniente de un jardín aledaño al área contaminada.

Las macetas M17 y M10 presentaron diferencias en cuanto a la cobertura y la diversidad de especies vegetales. Sin embargo, las diferencias fueron más notorias para M10, donde *Cyperus* spp logró abarcar aproximadamente el 95% del área superficial de la maceta, mientras que en M17 las plantas cubrieron sólo el 50% (Figura 2).

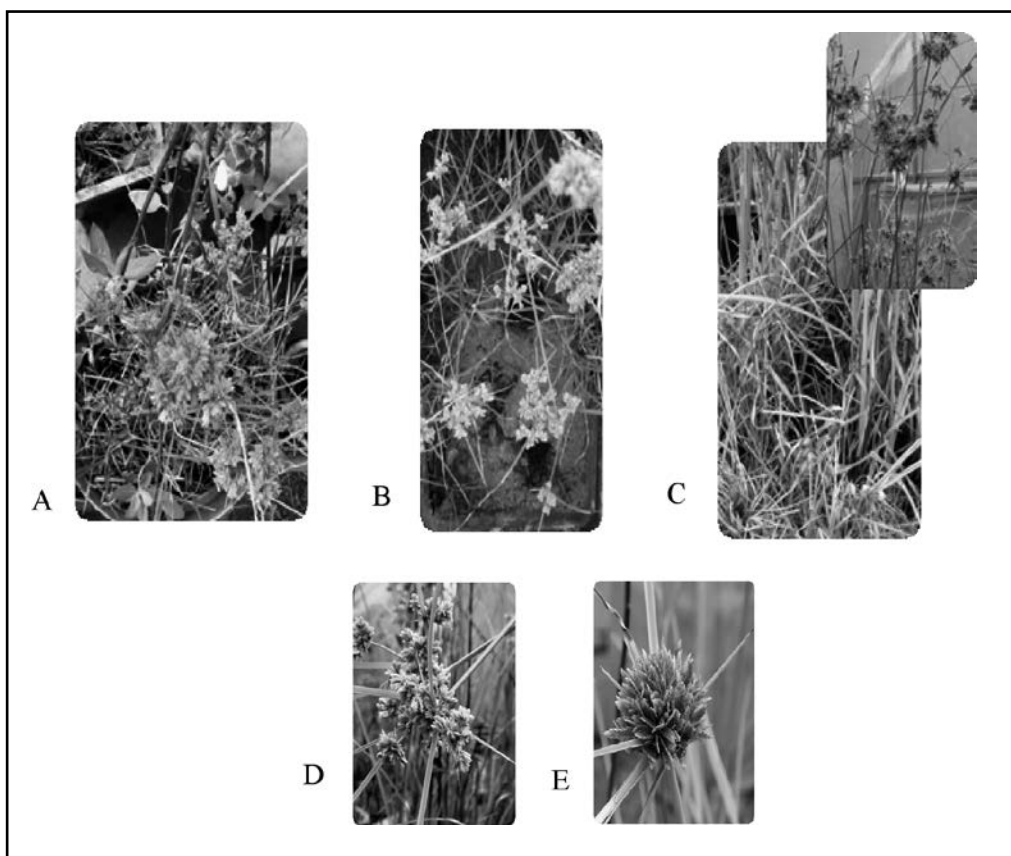


Figura 2. Maceta MA sembrada con *Cyperus laxus* pl en suelo de jardín cercano a los pozos (A); Maceta M17 sembrada con *Cyperus laxus* pl en suelo de PSR (B); Maceta M10 sembrada con *Cyperus laxus* pl y *Cyperus laxus* plI en suelo de P205 (C); *Cyperus laxus* población I (D); *Cyperus laxus* población II (E)

Perfil de fenoles e hidrocarburos aromáticos

Debido a la complejidad del sistema ecológico bajo estudio, se decidió establecer las diferencias entre la distribución de los compuestos fenólicos y PAH, tanto en suelo como en rizósfera, así como el perfil de dichos compuestos en los tres órganos elementales de *Cyperus* spp: raíz, hoja y el bulbo (Figura 3). Este último, es el conjunto de tejidos que participan en el almacenamiento de nutrientes y se encuentra dividiendo la parte aérea del tejido radical de este tipo de plantas.

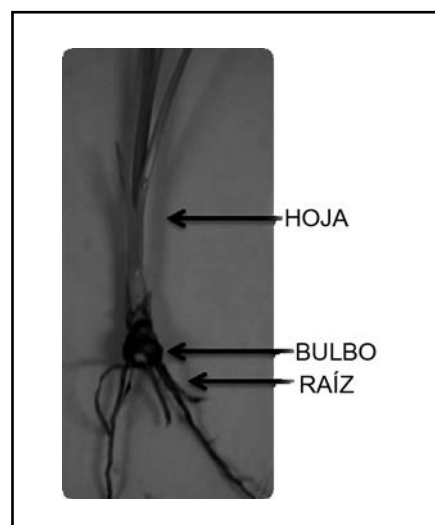


Figura 3. Órganos elementales de *Cyperus laxus*

En el perfil cromatográfico de PAH de los suelos I63, SSR y S205, se destaca la presencia de FL (Figuras 4A, 3, 5) con un porcentaje de correlación espectral del 73% respecto al estándar y un tiempo de retención menor en aproximadamente 10 minutos, lo que sugiere una modificación en la estructura del FL, debido a su conjugación con otros compuestos más polares. Este compuesto se detectó en mayor cantidad en el SSR que en S163 y S205. Por otro lado, se detectó ACNF (Figuras 4A, 6) únicamente en S163, pero con menor tiempo de retención y correlación (70%) espectral. En ese mismo suelo, un compuesto con espectro semejante en un 85% al NAF (Figuras 4A, 9) se manifestó en el minuto 79.23, lo que podría indicar una conjugación con compuestos que le confieren características no polares. Otro PAH detectado fue ANT al mismo tiempo de elución que el estándar (Figuras 4A, 7), pero con correlación espectral de 98% en SSR y S205, siendo mayor en el primero.

En los mismos extractos de PAH se identificaron diversos fenoles y flavonoides, entre los que destacan QTN, HMBOH, QTRN y DMBA (Figuras 4A, 2, 4, 5, 9). De igual manera, en los extractos fenólicos se detectaron principalmente flavonoides (Figuras 5A, 3, 4, 6) con un 70 a 80% de correlación espectral con QTN, pero a diferentes tiempos de retención. Eso sugiere la presencia de este tipo de compuestos en forma libre y/o conjugada con compuestos polares para los que muestran tiempo de retención inferior a la aglicona, o con otros menos polares cuando los tiempos de retención son mayores. Cabe resaltar que los compuestos que comparten el núcleo aromático, como los flavonoides y flavonoides glicosilados, no son separados por la columna a un mismo tiempo, ya que esto se lleva a cabo de acuerdo con la polaridad. Por ello, un flavonoide glicosilado tendrá un tiempo más corto que uno esterificado a un compuesto menos polar. Así, el desplazamiento en el tiempo de retención, tanto de estos compuestos fenólicos como de PAH, pudiera deberse a conjugaciones o adiciones como glicosilaciones, esterificaciones, eterificaciones, entre otras.

Para S163 ($16\ 000 \pm 2\ 000$ ppm de THP's) se detectaron compuestos PAH de bajo peso molecular (Tabla 1), tales como ANT, NAF, ANFTY (Figuras 5A, 2, 5, 8) pero a tiempos de retención menores que los estándares, lo que sugiere que -tales compuestos pudieran estar conjugados, posiblemente glicosilados. La presencia de ANFTY (Figuras 5A, 8) fue generalizada en todos los suelos a un tiempo de retención semejante al estándar, sin embargo, su correlación espectral fue baja, lo que podría indicar una conjugación con compuestos que no alteran su actividad cromófora.

Por otro lado, la presencia de NAF y ANFTY (Figuras 5A, 5, 8) fue generalizada en todos los suelos. En el SSR se encontraron compuestos con espectro semejante al FLT, pero a tiempos de retención menores. En el S205, además se ubicó la presencia de un compuesto al minuto 40 con espectro similar al del BbF, lo que sugiere nuevamente que pudiera estar conjugado con una molécula más polar. Así, los picos identificados como 10, 11 y 12 de la Figura 5A, pueden tratarse de compuestos que conserven el mismo núcleo aromático que el NAF, FL, ACNF, pero que hayan sufrido modificaciones como esterificaciones o eterificaciones con compuestos menos polares, como grupos acilo u otros compuestos que no alteren las características cromóforas del núcleo aromático principal.

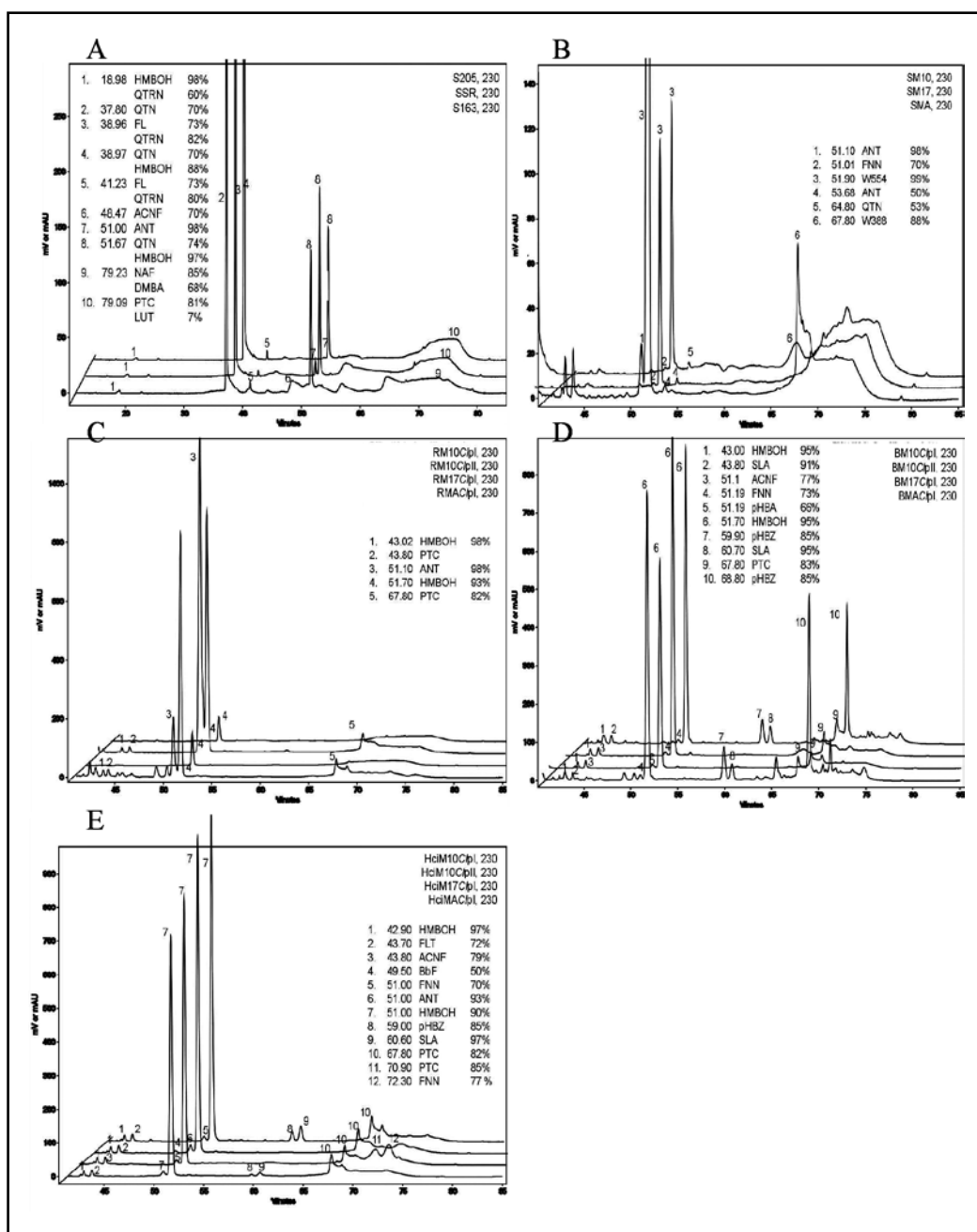


Figura 4. Perfil cromatográfico de los extractos de PAH a partir de suelos S163, PSR y S205 sin presencia de material vegetal (A); suelos de la maceta MA, M17 y M10 (B); Raíz de *Cyperus spp* sembrados en MA, M17 y M10 (C); Bulbo de *Cyperus spp* sembrado en MA, M17 y M1 (D); Hoja de *Cyperus spp* en MA, M17 y M10 (E). La leyenda de cada conjunto de cromatogramas indica el tipo de compuesto, su tiempo de elución y porcentaje de correlación respecto al espectro de absorción de los estándares; en el extremo superior derecho se indica el orden de aparición de los cromatogramas y su respectiva clave (R, raíz; M, maceta; Cl, *Cyperus laxus*; pl, población i; pll, población II; ci, con fluorescencia).

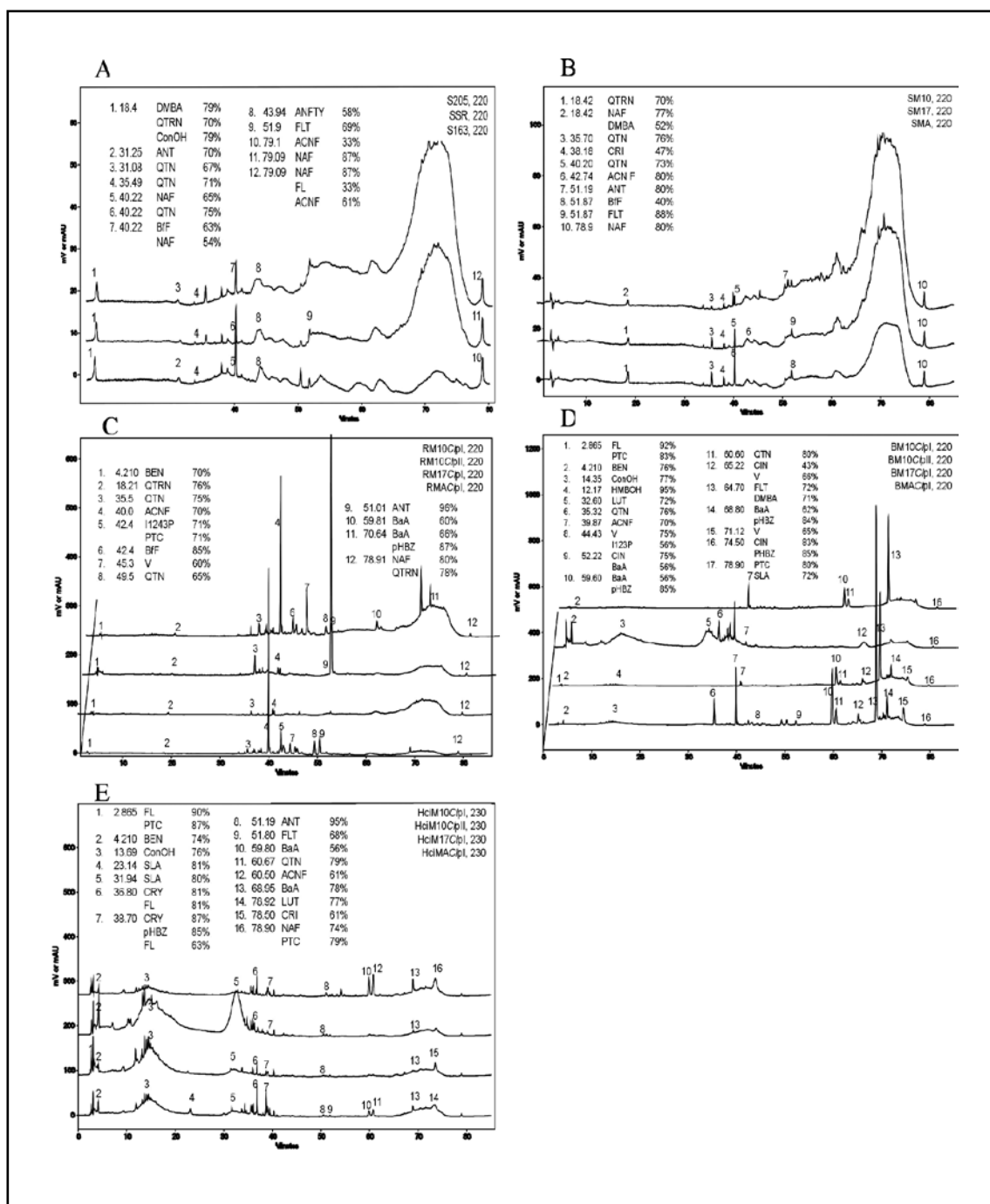


Figura 5. Perfil de fenoles en (A) suelo PI63, PSR y P205; (B) suelos de la maceta MA, M17 y M10; (C) Raíz de *Cyperus* spp sembrados en MA, M17 y M10; (D) Bulbo de *Cyperus* spp sembrado en MA, M17 y M10; (E) Hoja de *Cyperus* spp en MA, M17 y M10. BEN, benceno; PTC, ácido protocatecico; HMBCH, alcohol vainillínico; pHBZ, para-hidroxibenzóico; pHBZ, para-hidroxibenzaldehído; ConOH, alcohol coniferílico; QTN, quercetina; QTRN, quercetrina; SLA, ácido salicílico; LUT, luteína; CRY, crisina.

De acuerdo con Robards (2003), los principales compuestos fenólicos de las plantas (Figura 6) se pueden clasificar en: flavonoles, ácidos cinámicos, coumarinas, antocianinas, ácidos benzoicos, flavones, y flavonones, entre otros. Todos esos compuestos son sintetizados vía shikimato como parte del metabolismo secundario. Algunos de estos fenilpropanoides son inducidos en respuesta al estrés, tal como exceso de luz, ataque de patógenos, cambios de temperatura, daño mecánico o deficiencia en nutrientes (Dixon et al., 1995).

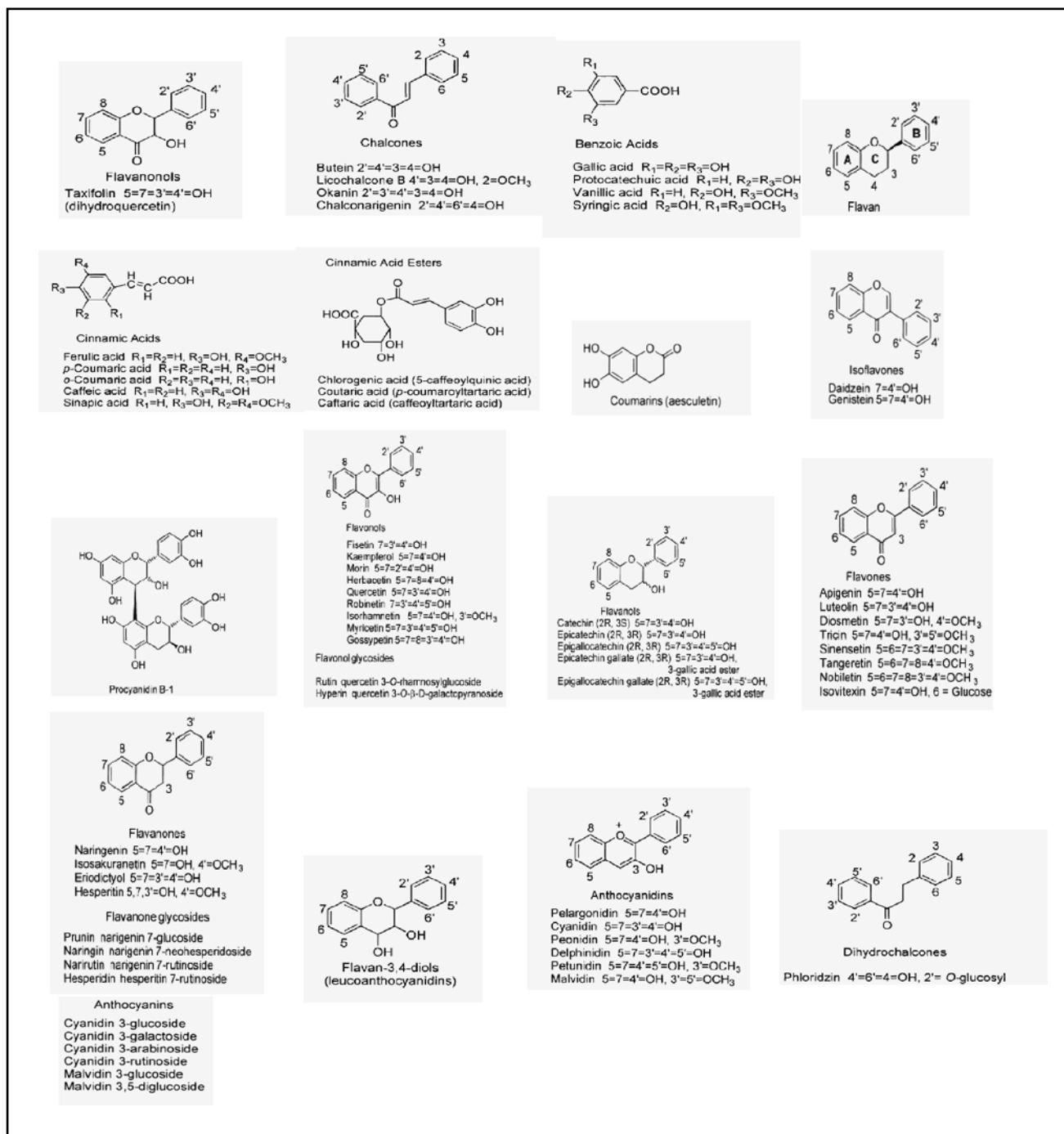


Figura 6. Principales compuestos fenólicos en plantas (Tomado de *Journal of Chromatography A*).

En el perfil de PAH de los suelos en donde hubo crecimiento de especies vegetales, se detectó la presencia de ANT y FNN (Figuras 4A, 1, 2) con un porcentaje de correlación espectral de 98% y 70%, respectivamente, lo que para el FNN indica una posible modificación en su estructura, aunque su núcleo aromático permanezca estable ya que su tiempo de retención no fue desplazado. Un compuesto con estructura cromófora parecida al ANT (Figuras 4A, 4) se encuentra presente en todos los suelos y aunque su tiempo de retención no fue modificado notablemente, la correlación espectral con el estándar es muy baja, lo que lleva a considerar el criterio establecido anteriormente. La elevada concentración de este último compuesto en el suelo de MA pudiera deberse a que, a pesar de que el suelo fue recolectado de un sitio no impactado directamente, se encuentre contaminado debido a las actividades antropogénicas y a los continuos cambios hidrológicos de la zona, que favorecen la dispersión de tales compuestos recalcitrantes en toda el área.

A diferencia del perfil de fenoles de los suelos SI63, SSR y S205, para los suelos

de las macetas seleccionadas se identificó una mayor variedad de compuestos estructuralmente similares a PAH, tal es el caso de NAF, CRI, ACNF, BfF y FLT (Figura 5B), donde los primeros cuatro eluyen a un tiempo menor respecto a los estándares, lo que indica que las moléculas adquirieron características más polares, que pudiera deberse a su conjugación con compuestos que le confieren esta característica o por presentarse en forma libre. Por otro lado, el FLT (Figuras 5B, 9) se detectó a un tiempo de retención ligeramente menor que el identificado en el estándar, mientras que el NAF (Figura 5B 10) a un tiempo mucho mayor, lo que manifiesta una posible adición de grupos que le confieren características polares y no polares respectivamente, pero conservando el núcleo aromático característico. Dentro de los fenoles identificados, predomina la presencia de compuestos similares a la quercetina (QTN) con correlación espectral cercana al 75% (Figuras 5B, 3, 5), por lo que adquirió características ligeramente no polares debidas a su elución tardía.

Al inicio del desarrollo experimental, se esperaba encontrar una mayor concentración de PAH en los suelos SSR y S205, en comparación con los de las macetas seleccionadas, donde hubo crecimiento de materia vegetal. Sin embargo, los resultados demuestran que la degradación y/o transformación de estos compuestos a lo largo del tiempo después del derrame, se debe a la acción conjunta de las especies vegetales, microbianas y transformaciones fisicoquímicas que se llevan a cabo en el ecosistema, como fotooxidación, pirolisis y evaporación.

En cuanto al perfil de PAH en extractos de raíces, se detectó ANT (Figuras 4C, 3) con un 98% de correlación espectral en relación con su estándar, lo que aunado a que su tiempo de retención no fue modificado, se establece que dicho



compuesto aromático prácticamente no sufrió ninguna alteración. Este PAH estuvo presente tanto en *C. laxus pl* de MA y de *C. laxus pll* de M10 en concentraciones elevadas, dato que confirma el análisis del perfil de fenilpropanoides, donde el ANT se manifestó en cantidades elevadas en *C. laxus pl* de M10 (Figuras 5C, 9), mientras que el ACNF en cantidades similares tanto en *C. laxus pl* de MA como de M10 (Figuras 5C, 4).

Dentro de los compuestos fenólicos predominan flavonoles y ácidos benzóicos tales como QTN, QTRN, PTC, V y Phbz (Figuras 5C, 2, 3, 5, 11, 12) los cuales en su mayoría han adquirido comportamiento ligeramente no polar, debido a que sus tiempos de retención fueron mayores y la correlación espectral respecto a los estándares fue de aproximadamente 75%. De igual manera, podría sugerirse la participación de estos compuestos fenólicos como moléculas asociadas a los núcleos aromáticos de i123P, BfF, BaA, NAF y ACNF, otorgando principalmente características polares; tal es el caso del i123P, el cual tuvo un tiempo de retención de 42 minutos y correlación espectral del 70%; sin embargo, se identificó la presencia de otro compuesto al mismo tiempo de retención pero con correlación espectral del 70% respecto a PTC, lo cual podría sugerir la conjugación de este último con el PAH, pero manteniéndose intacto el grupo cromóforo del hidrocarburo aromático.

En el bulbo, los PAH detectados fueron ACNF (Figuras 4D, 3) en *C. laxus pl* de M17 y FNN (Figuras 4D, 4) en *C. laxus pl* de MA y M10 y *C. laxus pll* de M10. No obstante, en el perfil de fenilpropanoides se identificaron agregados con estructuras similares a estos compuestos recalcitrantes, tales como FL, i123P, BaA, FLT y ACNF (Figuras 5D, 1, 7, 8, 10, 13) estando este último presente en todos los bulbos, pero mayormente en *C. laxus pl* de MA y M10, con una correlación espectral del 70% y con tiempo de retención menor en 10 minutos respecto al estándar. Al igual que en las raíces, el i123P, BaA y FLT probablemente se encuentren asociados a compuestos fenólicos, que pudieran estar relacionados con los fenilpropanoides que se detectan al mismo tiempo de retención y con correlación espectral cercana al 70%. El caso del FL (Figuras 5D, 1) presente en *C. laxus pl* de M17, indica una posible modificación de su estructura con otros compuestos que incrementan su polaridad, pero se mantienen las características cromóforas de su núcleo.

Por otro lado, en el bulbo se encontraron cantidades importantes de fenoles pertenecientes al grupo de los ácidos benzóicos, cinámicos, flavonas y flavonoles. Este resultado es lógico, si se considera que el bulbo realiza un número importante de actividades metabólicas en la planta, debido a que es el punto central entre la raíz y la parte aérea, por ejemplo funciones de almacenamiento. No obstante, los compuestos con espectros similares al de los fenilpropanoides detectados en este órgano, probablemente se encuentren asociados a azúcares, debido a que su espectro de absorción (menor al 80% de correlación) y sus tiempos de retención fueron menores a los estándares.

En los extractos de PAH en hoja, se detectó la presencia de ACNF (Figuras 4E, 3) en *C. laxus pl* de M17, mientras que a ese mismo tiempo apareció FLT (Figuras 4E, 2) en el resto de las hojas analizadas. Compuestos estructuralmente similares a FNN y ANT (Figuras 4E, 5, 6) se presentaron en las hojas de *C. laxus pl* de M17 y M10; de BfF y ANT (Figuras 4E, 4, 6) en *C. laxus pll* de M10. Dentro de los

fenilpropanoides destacan compuestos pertenecientes al grupo de los ácidos benzóicos, flavonas y flavonoles, tales como ácido protocatecóico, alcohol coniferílico, crisina, p-hidroxibenzóico, quercetina y luteína (Figuras 5E, 1, 3, 6, 7, 11, 14) que presentan diversas modificaciones estructurales según lo establecido anteriormente, con base en su variación en el tiempo de elución y bajo porcentaje de correlación.

Finalmente, es en el suelo donde se llevan a cabo diversas interacciones planta-microorganismo-suelo, por lo que es considerado como una matriz compleja de compuestos. Partiendo de ello, es posible que las mesetas que se observan al final de los cromatogramas, alrededor del minuto 65 al 75, hayan sido resultado de una deficiente separación de los compuestos presentes, ya sea por la elevada cantidad, variedad y complejidad en su estructura.

Es interesante destacar que, de acuerdo con la información obtenida en este estudio, existe una mayor variedad de compuestos fenólicos estructuralmente similares a fenilpropanoides en *Cyperus laxus pl* respecto a *Cyperus laxus pll*, por lo que se podrían establecer diferencias metabólicas entre las dos poblaciones, lo cual posiblemente se encuentre relacionado con el potencial de remoción y la participación co-dominante de estas especies vegetales. Por ello, el análisis detallado del perfil metabólico de los órganos de estos *Cyperus*, en conjunto con el de *Cyperus esculentus* (especie dominante en esos sistemas), permitiría establecer un panorama general de los mecanismos de transformación, asimilación y/o detoxificación de los hidrocarburos poliaromáticos en este sistema.



Bibliografía...

Dixón R., Palva, N., 1995. "Stress-Induce Phenylpropanoid Metabolism". *The Plant Cell*, 7, 1085-1097.

Martínez-Juárez, V. M.; N. Ochoa-Alejo, A. Ariza-Castolo, E. Lozoya-Gloria, F. J. Esparza-García, M. L. Villarreal-Ortega G. Calva-Calva, 2004. "Specific synthesis of 5, 5'-Dicapsaicin by cell suspension cultures of *Capsicum annuum* var. *annuum* (Chili jalapeño chigol) and their soluble and NaCl-extracted cell wall protein fractions." *J. Agr. Food Chem.* 52:972-979.

Palma-Cruz, F., (en trámite). Ecología y fenología de especies vegetales encontradas en suelos de Tabasco crónicamente contaminados con hidrocarburos. Tesis, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) Unidad Zacatenco, México, D.F., México.

Robards K., 2003. "Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables." *Journal of Chromatography A*, 1000, 657-691.

Waldron K. W., Parr, A. J., Ng, A., Ralph J., 1996. "Cell Wall Esterified Phenolic Dimers: Identification and Quantification by Reverse Phase High Performance Liquid Chromatography and Diode Array Detection." *Phytochemical Analysis*, 7, 305-312.

Tecnologías para la Implementación del M-learning (Aprendizaje Móvil) (Segunda y última parte)

Ing. Irene Aguilar Juárez *

M. en C. Mercedes Flores Flores **

3.2 Educación a distancia y modelos pedagógicos

La educación a distancia y la educación abierta, históricamente surgen como una alternativa de la enseñanza convencional, ya que se ofrece a personas que por su ubicación geográfica o disponibilidad de tiempo no pueden acceder a la educación académica tradicional, tal es el caso de comunidades marginadas por su localización geográfica, donde las dificultades de acceso impiden el trabajo tradicional de los docentes.

La educación a distancia se apoya principalmente en el uso de la tecnología; en sus inicios, la educación a distancia no contaban con una buena aceptación, por carecer de la presencia de un profesor, además de que las tecnologías usadas (materiales escritos y auditivos) no tenían el impacto que hoy poseen las tecnologías de información actuales.



Acerca de los autores...

*Universidad Autónoma del Estado de México,
Centro Universitario UAEM Texcoco.

** Tecnológico de Estudios Superiores Ecatepec

Las diversas formas de participación de la computadora y del uso de la tecnología en el aprendizaje, permiten clasificar el desarrollo de la educación a distancia. Se ha argumentado por Nipper (1989), citado por Bates [2003:42], que hay tres generaciones en la educación a distancia, caracterizadas por los siguientes puntos:

- **Primera generación:** se identifica por el uso predominante de una tecnología, y la falta de interacción estudiantil directa con el maestro o instructor; un ejemplo de esto es la educación por correspondencia.

- **Segunda generación:** se describe por un enfoque de diversos medios integrados a propósito, con materiales de estudio específicamente diseñados para estudiar a distancia, pero con la comunicación bidireccional realizada por una tercera persona (un tutor).

- **Tercera generación:** se basa en los medios de comunicación bidireccional, que permiten una interacción directa entre el maestro autor de la instrucción y el estudiante distante, y a menudo entre los alumnos distantes en forma individual o en grupo.

Los sistemas de segunda generación tienen la desventaja de ser prioritariamente recursos para la lectura de información estática, debido a la escasez de los medios audio-visuales que permiten la interacción al aprendiz. Según Shermetov (2002), las principales y nuevas funciones de los sistemas educativos y de capacitación de la tercera generación, comparativamente con los sistemas de la segunda generación son:

1. Posibilidad de visualizar fragmentos de los cursos de capacitación en videos y reproducirlos en tiempo real (*streaming* de video y de audio) y la transmisión de nuevas partes de los cursos en línea desde el servidor, en el momento de interacción del cliente y usuario.

2. Posibilidad de visualizar las diapositivas de las presentaciones de un curso en línea y su sincronización temporal con los fragmentos de video y audio.

3. Posibilidad de controlar el *streaming* de video y audio, y las presentaciones de diapositivas, por ejemplo, implementando “Saltar adelante”, “Saltar atrás”, “Reproducir”, “Pausa”.

En la actualidad, la construcción de ambientes de aprendizaje se caracteriza por integrar uno o varios de los siguientes aspectos:

- Espacios interactivos con clases en tiempo real.
- Espacios basados en juegos interactivos y mundos virtuales construidos sobre objetos de uso múltiple.
- Portales que permiten personalizar la información almacenada en la Web y actualizarla automáticamente.
- Uso de la Web semántica.
- Ambientes basados en agentes inteligentes, redes de suministro de conocimiento, reconocimiento y generación del habla para interfaces flexibles hombre-máquina.
- Uso de Lenguajes y protocolos específicos para uso de Internet, como XML (*Extensible Markup Language*) y SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*).

La educación a distancia, depende de medios tecnológicos que llevan los contenidos, actividades, evaluaciones y experiencias de aprendizaje a los alumnos; cada medio tiene características diferentes que los hacen propicios para una u otra estrategia didáctica.

El diseño integral de cursos de educación a distancia debe apoyarse del conocimiento de las ventajas y desventajas de cada medio para ser usados convenientemente; saber las características de la tecnología que usan dichos medios, permite una selección adecuada de ellos en el diseño instruccional.

Analizando la información expuesta por BATES (2003), se genera el siguiente cuadro de evaluación y clasificación de tecnologías para la educación a distancia:

Tabla I: Clasificación y características de las tecnologías de la educación a distancia.

	Tecnología	Costo	Presentación de contenidos	Abstracción requerida	Habilidades adquiridas	Temporalidad	Transmisión de datos
Bidireccional	Conferencia por computadora	Bajo	Comunicación textual	Discusión	Comunicación académica. Escritura creativa	Transitoria	Síncrona
	TV de educación pregrabada	Medio	Audio, Video, poco texto	Ejemplos concretos no abstractos	Análisis y evaluación	Permanente	Asíncrona
	TV. Interactiva en vivo	Alto	Audio, Video poco texto	No abstracto, más visual	Poco eficiente en el desarrollo de habilidades	Transitoria	Síncrona
Unidireccional	Texto escrito	Bajo	Mucha información, diagramas y figuras	Alta abstracción, detallada, la información es la mina del conocimiento	Análisis, síntesis, reflexión	Permanente	Asíncrona
	Audiocassettes	Bajo	Sonido exclusivamente	Poca abstracción	Reflexión, memorización	Permanente	Asíncrona
	T.V. grabada	Medio	Audio, Video, poco texto	Ejemplos, experimentos, no abstracción	Análisis y Evaluación	Permanente	Asíncrona
	Radio	Medio - Bajo	Sonido	Discusiones de estudio poco denso	Poco eficiente en el desarrollo de habilidades	Transitoria	Sincronía
	Aprendizaje en la PC	Medio Alto	Audio, Video, poco texto	Ejemplos, experimentos, poca abstracción	Poco eficiente en el desarrollo de habilidades	Permanente	Asíncrona

En la selección de las tecnologías usadas en la educación a distancia, se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: costo, presentación de contenidos, nivel de abstracción requerida, habilidades humanas que trabaja, temporalidad y tipo de comunicación.

Un elemento básico de la educación sistematizada es la instrucción; el obje-

tivo es especificar la relación entre los recursos de aprendizaje, el profesor y el alumno, así como las actividades que realizarán los personajes del proceso educativo y las responsabilidades de los mismos.

“El Diseño Instruccional, en su definición más sencilla, es un proceso pedagógico sistemático, planificado y estructurado

donde se produce una variedad de materiales educativos atemperados a las necesidades de los educandos, asegurándose así la calidad del aprendizaje.” [Yukavetsky, 2003]

Para los diseñadores pedagógicos, surge el problema de seleccionar el paradigma óptimo para sustentar el diseño instruccional en el proceso de la enseñanza;

el problema es mayor cuando se han hecho estudios donde se fundamentan las ventajas y desventajas de cada uno de estos paradigmas.

La solución encontrada por Jannassen fue la de analizar las necesidades presentes en las etapas del aprendizaje de un estudiante y evaluar las ventajas y desventajas de los paradigmas para identificar el más conveniente en cada una de ellas. Jannassen en su trabajo “*Manifesto for a Constructive Approach to Technology in Higher Education*” señala que son tres las etapas básicas en el aprendizaje y el paradigma adecuado para cada cual:

1. El Aprendizaje introductorio. Los aprendices tienen muy poco conocimiento previo transferible directamente o habilidades acerca de los contenidos. Se encuentran al inicio del ensamble e integración de su esquema interno. En esta etapa el diseño instruccional clásico (**conductista**) es el más adecuado, porque está determinado, es restringido, es secuencial y se usan referencias. Esto permitirá a los estudiantes desarrollar sus propias anclas que les sirvan como referencia para futuras exploraciones.

2. La Adquisición de conocimientos avanzado. Los siguientes conocimientos introductorios y los conocimientos más especializados posteriores, se pueden lograr mediante una aproximación constructivista no muy intensa, conservando algunas estrategias conductistas.

3. La adquisición de conocimientos expertos. En la etapa final, donde el aprendiz es capaz de tomar decisiones inteligentes dentro del ambiente de aprendizaje, la aproximación **constructivista** funcionará espléndidamente bien.” [Mergel, 1998]

Desde el punto de vista Tecnológico, se han propuesto varios modelos que sistematizan la producción de diseños instruccionales; entre estos modelos

se encuentra el de Dick y Carey, de naturaleza estructurada, y el de Jerrold Kemp, de naturaleza holística.

Lauren Cifuentes, en su ponencia titulada “*Instructional Design for Distance Learning and Telecollaboration*” presentada para el Primer Día Virtual de la Comunidad Educación-Objetos de Aprendizaje del CUDI (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet), recomienda el modelo rápido de desarrollo de prototipos genérico ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación), el cual contempla las siguientes etapas y sus actividades:

- Análisis
 - o Contextos: culturales, sociales, académicos
 - o Metas: académicas, personales, emotivas
 - o Aprendices: género, edad, nivel escolar
- Diseño
 - o Objetivos: académicos, cualitativos o cuantitativos
 - o Valoraciones: sobre las actividades y las metas
- Desarrollo
 - o Estrategias
- Información, conceptos, roles, solución de problemas, estrategias cognitivas
- Estrategias afectivas y psicomotoras
- Implementación
 - o Entrega de materiales instruccionales para estudiantes
 - o Administración del sistema a nivel docente y estudiante
- Evaluación
 - o Inicial: sirve para identificar los saberes previos
 - o Formativa: permite observar el avance cognitivo durante el curso o actividad
 - o Sumaria o final: permite conocer los resultados en las metas finales del curso.
- Modelar
 - o Modelos

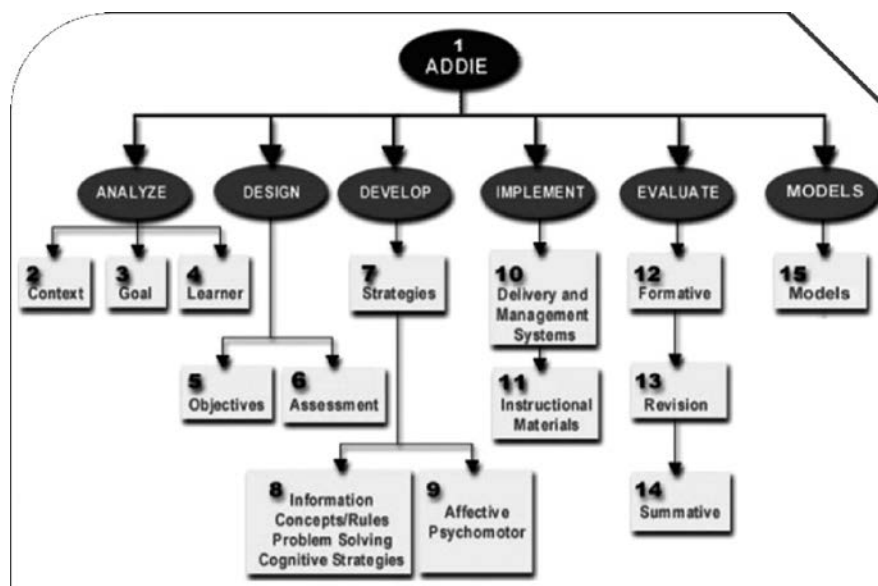


Figura 6: ADDIE [Cifuentes, 200]

A pesar de los avances logrados en la educación a distancia hasta nuestros días, en el aprendizaje móvil no se pueden materializar estos avances, los proyectos de m-learning se ven limitados por características de los aparatos celulares, cuyas principales limitantes son las siguientes:

- Baja capacidad de memoria de los dispositivos móviles, por lo tanto en ellos sólo se pueden almacenar programas pequeños y materiales didácticos de poco tamaño.
- Las conexiones a Internet son costosas para estos dispositivos, en consecuencia se deben diseñar actividades didácticas que usen pocas veces la conexión a la red de redes.
- El soporte técnico para recibir y mostrar videos en los aparatos celulares, como materiales didácticos, no es factible en la mayoría de ellos, aunque este problema se resolverá con mayor hardware.

• Los dispositivos móviles no tienen aún la capacidad de trabajar con todos las estrategias didácticas que se usan en la educación a distancia para PC (aplicaciones colaborativas, juegos *on-line* y simuladores complejos).

• Las aplicaciones didácticas para dispositivos móviles no se ajustan a los protocolos.

• Actualmente es imperioso reestructurar los modelos pedagógicos, a fin de que se considere la movilidad de las aplicaciones didácticas en diseños instruccionales.

3.1.3 Ingeniería del software

El software que opera en los dispositivos móviles se puede clasificar en Software de Sistema y Software de Aplicación. El Sistema Operativo se almacena en chips de tipo ROM y es construido por los fabricantes; en el caso de las Pocket y las Palm desde que Microsoft lanzó la

primera Handheld PC, muchos fabricantes de equipo original OEM (*Original Equipment Manufacturers*) como Philips, Casio, Hewlett-Packard y Compaq, han fabricado el hardware, mientras Microsoft se ha encargado del software, incluido el Sistema Operativo.

A diferencia de lo que sucede con las computadoras personales, el software de las Handheld PC de bolsillo se almacena en chips de computadora. El software Windows Mobile para Handheld y Pocket PC únicamente está disponible en chips de memoria de sólo lectura (ROM, por las siglas de Read-Only Memory).

Un chip de ROM era necesario para almacenar todo el software en una cantidad de espacio muy pequeña y para eliminar el proceso de inicio. La combinación entre el sistema operativo, Pocket Outlook y Pocket Office, se hizo famosa como Windows CE, incluso aunque Windows CE en realidad sólo es el sistema Operativo. (...) La Handheld PC fue la primer plataforma de hardware para Windows y, a partir de 1996, Microsoft introdujo cuatro plataformas adicionales: PC tamaño Palm, Auto PC, Handheld PC 2000, y Pocket PC. [McPherson, 2003]

El software escrito en chips Flash ROM no se borra, incluso cuando las baterías del dispositivo se hayan acabado por completo. Sin embargo, mientras que el software puede escribirse sólo una vez en los chips ROM, el software puede borrarse y reescribirse en los chips Flash ROM. Los chips Flash ROM también son más costosos, pero permiten que los fabricantes de hardware actualicen el software de la Pocket PC sin tener que reemplazar el chip.

Algunos fabricantes de dispositivos proporcionan una utilidad, la cual permite que el espacio no ocupado por el sistema operativo del chip Flash ROM,

sea utilizado como una tarjeta de almacenamiento.

El software Windows Mobile para Pocket PC incluye el sistema operativo Windows CE.NET y el software de aplicaciones (Pocket Office) que se ejecuta en las Pocket PC. “Microsoft ha lanzado tres versiones de Windows para Pocket PC que utiliza Windows CE. Para distinguirlas, nos referimos a la primera versión como Pocket PC 2000, a la segunda versión como Pocket PC 2002 y a la versión actual como Windows Mobile 2003” [McPHERSON, 2003].

El software de aplicación puede explicarse en dos esquemas diferentes, con código administrado y código no administrado. Para seleccionar el esquema de codificación, será conveniente enfatizar que un código no administrado ofrece la ventaja de un mayor desempeño y menor tiempo de respuesta, pero es menos portable, ya que opera con apoyo de llamadas a un Sistema Operativo específico, lo cual representa una limitante; el código administrado es más portable, porque es independiente del Sistema Operativo y del procesador, aunque es más lento, puesto que depende del trabajo del runtime.

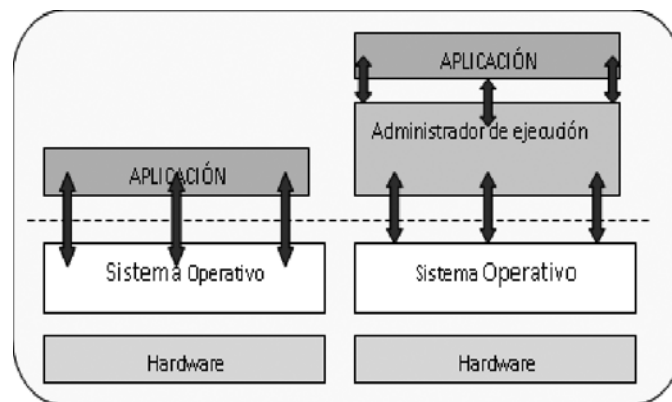


Imagen 7: Diferencia de esquema de codificación administrado y no administrado.



Toda aplicación requiere para desarrollarse, un análisis completo y detallado de su funcionamiento; para la creación de software, existen varias metodologías con base en paradigmas de desarrollo distinto. En las primeras décadas de la computación, se usaba lo que era conocido como el ciclo de vida clásico, método ya obsoleto que presentaba dificultades importantes al momento del desarrollo, principalmente la falta de retroalimentación entre las etapas de producción.

En la actualidad, después de varias propuestas metodológicas (modelo de espiral, estructurado, prototipos) y de la complejidad creciente de los sistemas contemporáneos, los desarrolladores de SW (software) visualizan a un sistema de información como una entidad dinámica, relacionada con otros sistemas, poseedora de diversas facetas para analizar y diseñar, que requiere de una notación generalmente aceptada por un equipo completo de analistas, diseñadores y programadores para ser elaborado.

La necesidad de diseños sólidos ha traído consigo la creación de una notación de diseño que los analistas, desarrolladores y clientes acepten como pauta (tal como la notación en los diagramas esquemáticos sirve como pauta para los trabajadores especializados en electrónica). El UML es esa misma notación. [Schmuller, 2004:26]

Para enfrentar los sistemas con varias facetas y alto nivel de complejidad, se ha sintetizado una metodología nombrada GRAPPLE (Guías para la Ingeniería de Aplicaciones Rápidas). Las ideas de GRAPPLE no son originales, más bien son una condensación de los conocimientos de varias personas. El libro de Steve McCormell, *Rapid Development* [Microsoft Press, 1996] citado por SCHMULLER [2004:210], contiene algunas de las mejores prácticas que se emplean en el desarrollo rápido de aplicaciones.

Una metodología que tiene el objetivo de responder velozmente a las necesidades del usuario, pero con un alcance más amplio que la creación de prototipos, es la Creación Rápida de Aplicaciones (RAD, Rapid Application Development); obsérvese que RAD tiene la misma filosofía de GRAPPLE. “RAD es un conjunto de estrategias, metodologías y herramientas que existen dentro de un marco general denominado ingeniería de la información.” [McLeod, 2000: 212]

El GRAPPLE consiste en cinco fases:

- Recopilación de necesidades
- Análisis
- Diseño de usuario
- Desarrollo o Construcción
- Distribución o Corte y Cambio

Con las iniciales de dichas facetas, se forma el acrónimo RADDD [Schmuller, 2004:212]. Para usar esta metodología, se recomienda aplicar las especificaciones de UML, lenguaje que permite comprender por medio de varios esquemas cada una de las facetas del SW.

En la elaboración de aplicaciones educativas es necesario un *workflow* pedagógico, que en general se usa antes del *workflow* tecnológico. El flujo de trabajo pedagógico se puede describir de la siguiente forma:

- **Análisis:** identificar un problema (análisis de necesidades). Revisar y considerar las condiciones previas, los recursos humanos y tecnológicos existentes (radiografía de la realidad educativa). Definir las metas y los objetivos educativos, y listado de tareas a enseñar.
- **Diseño:** planificación de la instrucción y diseño de la interfaz de los materiales didácticos.
- **Desarrollo:** elaboración de los cursos o materiales didácticos en línea.
- **Implementación:** realización de los cursos en línea o utilización del material didáctico en un proceso educativo. Administración del curso (profesor/ayudante) y administración del entorno virtual (administrador plataforma).
- **Evaluación:** a través de las diferentes etapas del método (retroalimentación entre ellas) y al final de la etapa de im-

plementación. Su objetivo es mejorar la instrucción.

Estas actividades se vinculan con el desarrollo tecnológico en algunos puntos, sin embargo, es conveniente manejarlas centrando la atención en los objetivos pedagógicos y, posteriormente, abordar los aspectos tecnológicos.

Respecto a la fase pedagógica, la elaboración de la metodología de construcción de cursos en línea se centra en sentar las bases para alcanzar un perfil determinado en el alumno; para esto se trabajará en definir las competencias que habrán de desarrollarse en el estudiante a través del curso, lo cual puede diferir con enfoques anteriores que ponderaban la descripción de la información que debe tener el estudiante. [Álvarez, 2006]

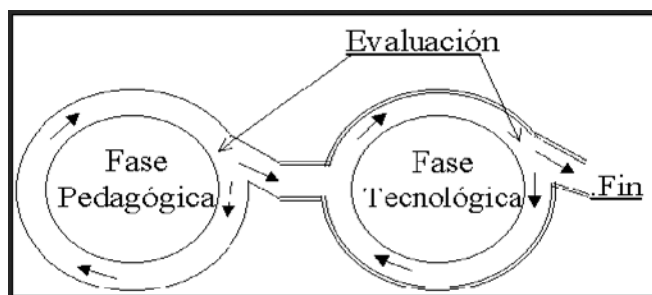


Figura 8. Modelo de elaboración de cursos en línea [Álvarez, 2006]

En la fase pedagógica, es necesario especificar los objetivos a alcanzar durante la formación del educando, los cuales determinarán, a su vez, las técnicas, materiales, actividades y secuencias que se desarrollarán en el curso. Para definir las competencias, se deberán considerar los elementos que la integran: conocimientos, habilidades, actitudes y valores; de la misma forma, se debe tomar en cuenta la evaluación de cada competencia.

Después del *workflow* pedagógico se inicia el *workflow* tecnológico, en el que además del proceso normal de producción de software, se agrega la necesidad de usar técnicas en el manejo de los materiales didácticos para garantizar la compatibilidad y la interoperabilidad de éstos.

La compatibilidad y la interoperabilidad son necesarias en los siguientes aspectos técnicos:

- La plataforma e-learning.
- Los materiales y contenidos que se incorporan en un curso.
- Los servicios de soporte y tutoría.
- Las herramientas de creación y desarrollo de contenidos.
- Los sistemas de gestión de recursos humanos.
- Las herramientas de evaluación.

La necesidad de optimizar la producción de materiales didácticos digitales, con la finalidad de reutilizarlos en varios contextos y activar a gran escala la industria del conocimiento, garantizando compatibilidad entre plataformas, dio origen a la teoría de los Objetos de Aprendizaje (OA).

Para ARIADNE (European Foundation), un objeto de aprendizaje es “cualquier cosa digital sin restricción alguna de formato”; esta definición no diferencia el propósito del material digital, en consecuencia, se deja de lado la finalidad educativa y pueden entrar a la definición materiales nocivos, maliciosos y antisociales. Para el Dublin Core es “*anything that has identity*”, [Dublín Core, 2004]; esta definición es equivalente a la anterior y presenta la misma problemática. Una tercera definición es la del Learning Technology Standards Committee de la IEEE, la cual señala que “*Learning Objects are defined here as any entity, digital or non-digital, which can be used, re-used or referenced during technology supported learning.*” [IEEE-LTSC, 2006]; con esta definición se rescata el propósito educativo de los materiales y se delimita al aprendizaje soportado por la computadora.

Es importante enfatizar que la reutilización pedagógica no es automática, como la reutilización tecnológica, ya que un objeto de aprendizaje está altamente relacionado con un diseño instruccional y para ser aplicado en otro contexto se deben cubrir algunos requerimientos previos; por ejemplo, un objeto de

aprendizaje que es parte de un diseño instruccional A y se basa en un modelo pedagógico X, podrá ser reutilizado en un diseño instruccional B si este diseño se basa también en un modelo pedagógico X. Entonces, se puede afirmar que para que un objeto sea reutilizable en su máxima potencialidad, debe ser pedagógicamente neutro, además de estar definido por los metadatos que permitan la automatización de su manejo.

La comunidad internacional, a través de organizaciones como ARIADNE, Dublin Core Metadata Initiative, y la ADL (Advanced Distributed Learning), entre otras, trabajan en la elaboración de especificaciones internas, que después de ser analizadas y aprobadas por organismos acreditados (IEEE, ANSI, ISO), se convertirán en especificaciones abiertas aceptadas por todos: el estándar.

La ventaja de desarrollar bajo estándares, radica principalmente en garantizar que los elementos de una aplicación sean interoperables y compatibles con otros productos del mercado. La compatibilidad permite la selección libre entre los proveedores de contenidos y herramientas, con la garantía de una posible migración parcial o completa a nuevas plataformas o sistemas.

Los metadatos son el mecanismo usado por la comunidad internacional para lograr la interoperabilidad de los objetos de aprendizaje; son información de la información, sin embargo, el problema estriba en identificar la información descriptiva necesaria de un OA, que permita la automatización de su localización, acceso, manejo, agrupación, clasificación y almacenamiento.

El SCORM, representa un modelo coordinador, que tiene la intención de dar al aprendizaje electrónico una serie de prácticas estándar que puedan ser aceptadas en general e implementadas





extensamente, y busca entrelazar grupos e intereses dispares en la comunidad de aprendizaje distribuido. Tiene la intención de coordinar tecnologías y capacidades emergentes con su implementación comercial-pública.

La estructura de SCORM integra avances tecnológicos de grupos como IMS, AICC, ARIADNE y el LTSC dentro de un solo modelo de referencia, para ser usado por la comunidad de aprendizaje. El modelo está formado por tres manuales técnicos que pueden verse por separado, aunque se entrelazan algunos conceptos comunes entre ellos: el CAM (Manual de Agregación de Contenidos) especifica la forma como se empaquetarán los contenidos y el uso de los metadatos; el Manual de Ambiente de Ejecución (RTE) se ocupa de la entrega de los materiales y de la administración y monitoreo del aprendizaje, y el Manual de Secuencia y Navegación (SN) especifica cómo se deben almacenar los datos de navegación y la información de secuencias en árboles de actividades.

El SCORM se enfoca en los puntos de la interfaz entre el contenido y los ambientes del Sistema de Administración de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés), y es limitado en cuanto a las funciones específicas dentro de un Sistema de Administración de Aprendizaje particular.

El LMS está basado en un servidor, en el cual reside la inteligencia para manejar y entregar el contenido de aprendizaje a los estudiantes, además de monitorear el desempeño, a medida que el aprendizaje avanza en el programa.

El Sistema de Administración del Aprendizaje es el encargado de presentar los contenidos de acuerdo con la secuencia y la navegación que será definida por el diseñador/programador; las reglas de secuenciación se mantienen fuera de los contenidos, para facilitar el

reuso de ellos en varios contextos y secuencias.

Este esquema propuesto en SCORM, permite la optimización de la producción de materiales didácticos, sin embargo, para las aplicaciones del m-learning aún no se puede gozar de sus beneficios, ya que los navegadores para dispositivos móviles no trabajan con DHTML, por lo tanto, aún no es posible el trabajo de los LMS en dispositivos móviles.

Conclusiones

La movilidad que ofrecen los dispositivos móviles puede ser empleada con fines didácticos; las instituciones educativas pueden usar los dispositivos móviles para establecer un contacto directo entre los estudiantes y los profesores; los alumnos pueden utilizar sus aparatos personales en cualquier momento y lugar para fortalecer sus conocimientos y habilidades.

Los beneficios que se pueden obtener con el m-learning son de la misma importancia y naturaleza de los que ofrece la educación a distancia; entre otros, permite integrar al proceso educativo a personas ubicadas geográficamente en sitios lejanos, o con problemas de disponibilidad de horario, y reúne en un curso a personas con expectativas diferentes pero necesidades similares.

La aplicación de la tecnología informática en la educación es un camino que puede facilitar el avance educativo para la población en general, mejorando los índices respectivos en las naciones, sobre todo en aquellas que se encuentran rezagadas por su incipiente desarrollo tecnológico; no obstante, aunque esta nueva modalidad de aprendizaje es prometedora, requiere nuevos paradigmas de enseñanza, que implemente roles diferentes a instituciones, profesores y alumnos.

En la actualidad, existen proyectos que ya implementan el uso de teléfonos celulares y palms en actividades de aprendizaje, sin embargo, las limitaciones físicas de de estos aparatos restringen la funcionalidad completa de muchos materiales didácticos existentes, que deben ser elaborados específicamente para el uso del m-learning.

El m-learning se implementará masivamente cuando se resuelvan los grandes retos que en la actualidad se tratan de superar, y que principalmente son:

- Las redes digitales de servicio todavía no han permitido tarifas de conexión a Internet accesibles para los usuarios en general, pues en algunos países son altas y esto limita el uso generalizado del Internet móvil; afortunadamente, la promesa del UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) es que los costos disminuirán considerablemente en un futuro cercano.
- Se requiere proveer mecanismos de interacción más cómodos, ya que los teclados pequeños dificultan la interacción de los usuarios; por el momento, los fabricantes ofrecen PDAs con el uso de pantallas sensibles para entrada de datos, con comunicación telefónica para facilitar la interacción con el usuario, y los fabricantes de teléfonos están proponiendo aparatos con teclados completos que faciliten introducir la información.
- En el desarrollo de SW, las plataformas Java y .NET Compact Framework, son dos tecnologías que trabajan y soportan un código administrado en las aplicaciones móviles; también están orientadas a lograr la integración fácil con las arquitecturas distribuidas ya existentes; la premisa es integrar a los dispositivos móviles como una nueva posibilidad para la interfaz de sistemas de información corporativos.
- Los Sistemas Operativos monousuario limitan el trabajo de aplicaciones con actividades didácticas de tipo cooperativo.
- La incompatibilidad con formatos y software de aplicación para computadoras personales.
- Es necesario un acuerdo para especificar diseños instruccionales que puedan implementarse independiente de la naturaleza de los dispositivos.
- En la actualidad, existen graves limitaciones para ADL (Advance Distributed Learning) SCORM en los navegadores móviles, las cuales se pueden agrupar en dos categorías básicas: la generalizada falta de apoyo para el scripting de DHTML avanzado y el DOM (Document Model Objet), y la falta de apoyo para la plataforma cruzada para Java y/o los componentes de Active X.

La consecuencia de estas limitaciones son graves, ya que: *“Las estrategias usadas por diseñadores de LMS (Learning Management System) al establecer los datos de las comunicaciones entre SCOs y el LMS invariablemente fallan cuando se despliegan en los dispositivos móviles”* [KATZ, 2006]. Quizás el más gran impedimento al SCORM en los dispositivos móviles, es el apoyo limitado para de DHTML avanzado en los navegadores móviles.

El API de SCORM requiere el uso de scripting DHTML avanzado en las páginas de HTML. También debe notarse que el ADL no ofrece el apoyo, pautas o la especificación para la aplicación del API dentro de las plataformas de tecnologías móviles.

Referencias Bibliográficas...

ADVANCE DISTRIBUTED LEARNING (ADL), *Sharable Content Object Referente Model (SCORM)* 2004, Resumen, 2ª edición, 2004.

Bates, A.W. (2003) *La Tecnología en la enseñanza abierta y la educación a distancia*, Ed. Trillas, México, 334 pp.

McLeod, Raymond JR. (2000), *Sistemas de información gerencia*, 7ª edición, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, México, 655 pp.

McPherson, Frank. (2005), *Pocket PC a su alcance*, 3ª edición, Ed. Mc Graw Hill, México, 518 pp.

Schmuller, Joseph (2004), *Aprendiendo UML en 24 Horas*, Ed. Prentice Hall, México, 404 pp.

Sheremetov, Leonid B.; Uskow, Vladimir L., (2002), "Hacia una nueva generación de Sistemas de Aprendizaje basados en la Web", *Computación y Sistemas*, Vol. 5, No. 4. CIC IPN, México, pp. 256-257.

Reed Jr., Paul R. (2001), *Developing Applications with Java and UML*, Addison Wesley, USA, 504 pp.

Tanenbaum, Andrew S. (1996), *Redes de computadoras*, 3ª edición, Ed. Pearson, México, 813 pp.

Referencias Electrónicas...

Álvarez, Luis; Espinoza, Daniela (2005), "Empaquetamiento de Objetos de Aprendizaje bajo el estándar SCORM", memorias de Taller Internacional de Software Educativo TISE 2005, Universidad Austral de Chile [on-line] http://www.tise.cl/img/Programa_2005.pdf

Álvarez Rodríguez, Francisco; Cardona Salas, Pedro, "Metodología para el desarrollo de cursos virtuales basados en objetos de aprendizaje", Universidad Autónoma de Aguascalientes [on-line] <http://www.willydev.net/descargas/prev/METODOVIRTUAL.pdf>, consultado en marzo de 2006.

Berbel, Genís (2000), "Nuevos dispositivos móviles de acceso a la red", UOC, [on-line] http://www.uoc.edu/web/esp/articles/berbel/Internet_i_mobilitat.htm

Casasús, Carlos (2006) "Internet2 en México y en el mundo. Su impacto en las universidades del siglo XXI", Presentación de la Universidad Católica Madre y Maestra, Santo Domingo [on-line] <http://www.cudi.edu.mx/>, consultado en marzo 20 de 2006.

Cifuentes Lauren, "Instructional Design for Distance Learning and Telecollaboration", presentación para el Primer Día Virtual de la Comunidad Educación-Objetos de Aprendizaje de CUDI, México, 2003.

Guardia, Lourdes; Minguillón, Juliá (2005) Conclusiones del debate "Líneas de investigación actuales en objetos de aprendizaje reutilizables", Universitat Oberta de Catalunya [on-line] http://xequia.uoc.es/forums2/activitats/spdece05_esp/conclusions.jsp

Guardia Ortiz, Lourdes; Sangrá Morer, Albert, (2006) "Diseño instruccional y objetos de aprendizaje; hacia un modelo para el diseño de actividades de evaluación del aprendizaje on-line", Universidad de Oberta de Cataluña, <http://www.uoc.edu>, consultado en abril de 2006.

IEEE Learning Technology Standards Committee, "The Learning Object Metadata Standard" <http://ieeeltsc.org/wg12LOM/lomDescription>

IMS Global Learning Consortium, "IMS Metadata Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata Version 1.3 Public Draft", http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/imsmd_bestv1p3pd.html

Katz Heather, A.; Worsham, Stephen, "Streaming mLearning Objects via Data Resolution and Web Services to Mobile Devices: Design Guidelines and System Architecture Model" URL: <http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Katz%20&%20Worsham.pdf>, consultado en diciembre de 2006.

Mergel Brenda, (mayo 1998) "Diseño instruccional y teoría del aprendizaje", Universidad de Saskatchewan Canadá, [on line]: <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/espamol.pdf>

Prensky, Marc. (2005), "What can you learn from a cell phone? Almost Anything", mLearn 2005 4th World conference on mLearning [on-line]

_____, Teléfonos-móviles, "Martin Cooper - El inventor de los teléfonos móviles", (2000), <http://www.telefonos-moviles.com/articles/item.asp?ID=24>

Yukavetsky Colón, Gloria J., (marzo 2006), ¿Qué es tecnología educativa?, http://www1.uprh.edu/gloria/Tecnologia%20Ed/Lectura_1%20.html, consultado en junio de 2006.

Aislamiento y Caracterización del cDNA del Gen de la Insulina para el Establecimiento de Cultivos de Raíces Transformadas

Berenice García Reyes*

María del Carmen Montes Horcasitas*

Emma Gloria Ramos Ramírez*

Armando Ariza Castolo**

Josefina Pérez Vargas***

Octavio Gómez-Guzmán*

Graciano Calva Calva*

Resumen

En este trabajo se propone establecer cultivos de raíces transgénicas para la producción de insulina humana con el objetivo de coadyuvar a la creciente demanda, debida al aumento de la población que presenta problemas de diabetes. Como modelo vegetal, se ha considerado *Brassica oleracea var italica*, debido a la disponibilidad de la metodología para su transformación y su alta capacidad natural de acumulación de proteína.



Acerca de los autores...

* Departamento de Biotecnología y Bioingeniería.

* Departamento de química, CINVESTAV-IPN.

* Posgrado en Ingeniería Bioquímica, TESE.



Introducción

La insulina humana es una proteína cuya actividad hormonal consiste en regular los niveles de glucosa en la sangre, aunque también participa en la regulación de otros procesos fisiológicos, como la utilización de algunos nutrientes, estimulación de la síntesis de glucógeno, aminoácidos, proteínas y consumo de lípidos (Cahill 1971). Las deficiencias en su modo de acción, ocurren cuando su biosíntesis es insuficiente y deficiente, provocando una alteración en sus funciones fisiológicas así directamente la concentración de glucosa en la sangre, produciendo así el padecimiento conocido como diabetes.

La diabetes es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por alteraciones en el metabolismo de la glucosa, grasas y proteínas, derivadas de las deficiencias en la secreción o la acción de la insulina. La insulina humana recombinante se ha expresado en diversos organismos, incluyendo bacterias, levaduras, hongos, células y órganos de animales y plantas transgénicas (C. L. Nykiforuk 2006). No obstante que su producción comercial se ha limitado a microorganismos como *Escherichia coli* y *Saccharomyces cerevisiae*, los sistemas basados en plantas ofrecen grandes ventajas tanto en producción, como en bioseguridad y economía (Deckers 1999). Debido a ello, actualmente se ha propuesto como alternativa de producción el uso de cultivos de células, tejidos y órganos vegetales, biotecnologías que desde hace tiempo representan una opción real y económicamente viable. Estas tecnologías, tanto usando líneas de células en suspensión como cultivos de órganos, por ejemplo raíces transformadas, pueden establecerse a nivel de biorreactores o usarse para regenerar plantas transgénicas productoras de proteínas terapéuticas con aplicaciones biotecnológicas.

Por lo anterior, en este trabajo se propone establecer cultivos de raíces transgénicas para la producción de insulina humana, con el objetivo de coadyuvar a la creciente demanda generada por el aumento de la población que presenta problemas de diabetes. Como modelo vegetal se ha considerado a la *Brassica oleracea* var. *italica* debido a la disponibilidad de la metodología para su transformación y su alta capacidad natural de acumulación de proteína (V. Cardoza 2004).

Materiales y métodos

Se usó la clona 3950204 (Open Biosystems, USA) de *E. coli* llevando el cDNA del gen de la insulina humana (*Ins*) insertado en el plásmido pDNR-Lib. El cDNA se liberó con las enzimas de restricción EcoR I, y Xho I. Para la amplificación por PCR se usaron oligos directo y reverso, diseñados en este trabajo.

Las enzimas de restricción Nco I, Bgl II y Eco3I I fueron empleadas para generar extremos cohesivos entre el cDNA y el vector binario pCAMBIA1105.1 y generar el constructo para la transfección a Brócoli. Para la amplificación de los constructos se usó la cepa de *E.coli* DH5 α transformada por electroporación.

Para la transfección a las plántulas de Brócoli se usó la cepa de *Agrobacterium* rhizogenes LBA9402 para inducir líneas de raíces transformadas.

El material vegetal consistió en plántulas de Brócoli obtenidas mediante la germinación de semillas en medio mineral B5. Las plántulas jóvenes (de 3-4 semanas de

germinación y sin hojas verdaderas) se usaron para la transfección por punción, mientras que las adultas (mayores a un mes y con hojas verdaderas) se usaron para la obtención de explantes de raíces normales para el establecimiento de cultivos de raíces sin transformar en cultivo sumergido en medio mineral Schenck y Hildebrandt (SH).

Resultados y Discusión

Caracterización del cDNA del gen *Ins* contenido en el en el plásmido pDNR-Lib.

El vector pDNR-Lib-*Ins* contenido en la clona 3950204 de *E. coli*, el cual

lleva el cDNA del gen de la insulina humana (*Ins*) y el gen de resistencia a cloranfenicol, fue extraído y sometido a reacciones de restricción con las enzimas *EcoR* I y *Xho* I, que flanquean dicho cDNA. El análisis por electroforesis del producto de las reacciones de restricción reveló la presencia de un fragmento con el tamaño esperado de 531 pb sólo cuando se llevó a cabo la doble digestión (Figura 1).

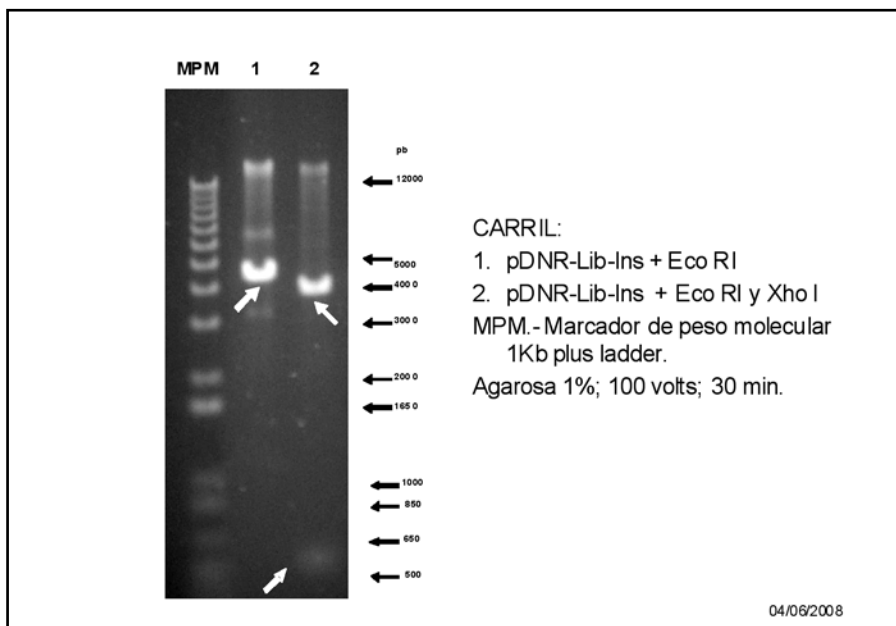


Figura 1. Liberación del cDNA del gen de la insulina humana *Ins* a partir del vector pDNR-Lib-*Ins* por reacciones de restricción con las enzimas *EcoR*I y *Xho*I



Continuando con la caracterización del gen *Ins* contenido en el vector pDNR-Lib-*Ins*, se amplificaron varias regiones del mismo, usando los oligos universales M13 extendidos (Figura 2) y los dos juegos denominados preproinsulina y proinsulina (Figura 3), diseñados específicamente para añadir la secuencia de las enzimas *Nco* I, *Bgl* II y *Eco* 3 I al cDNA del gen *Ins*. Como se esperaba, el análisis de los productos de PCR por electroforesis en gel reveló que con los oligos M13 se obtuvo un fragmento de 796 pb (Figura 2), mientras que con los oligos preproinsulina y proinsulina los fragmentos amplificados fueron de 495 y 364, respectivamente (Figura 3).

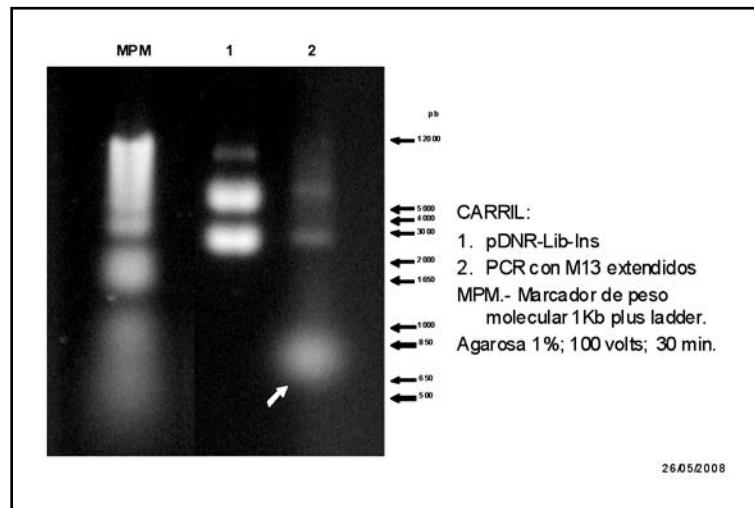


Figura 2. Productos de PCR del vector pDNR-Lib-*Ins* con los oligos M13 extendidos (Directo: 5' TGGTCTCTCATGGGTAACGACGGCCAGT 3'; Reverso: 5' TGGTCTCCGATCTCAGGAAACAGCTATGAC 3') los cuales amplifican un segmento de 796 pb (flecha).

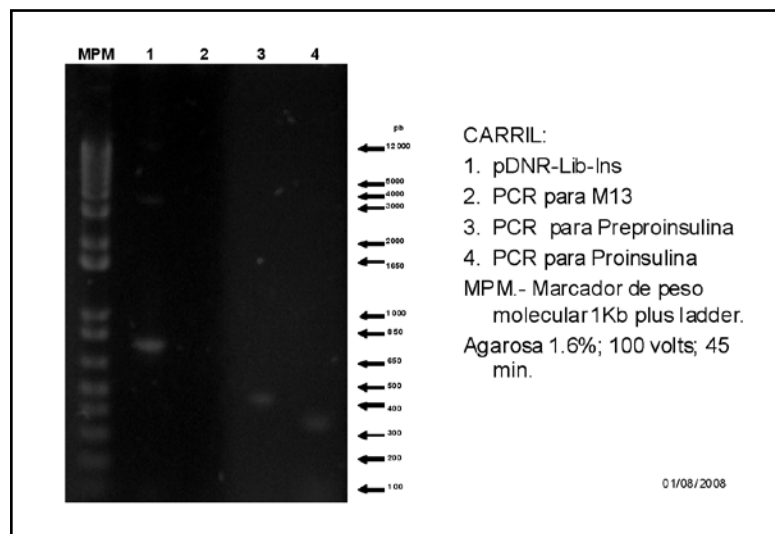


Figura 3. Productos de PCR del vector pDNR-Lib-*Ins* con los oligos preproinsulina (ODEINS: 5' TTTGGTCTCTCATGGAGCCCTCCAGGACAG-GC 3'; OREINS: 5' TTTGGTCTCTGATCTGTTGGTTCAAGGGCTTT 3') y proinsulina (ODESPINS: 5' TTTGGTCTCTCATGGTTTGTGAACCAACACCT 3'; OREINS: 5' TTTGGTCTCTGATCTGTTGGTTCAAGGGCTTT 3') los cuales amplifican fragmentos de 495 y 364 respectivamente, a partir del cDNA del gen *Ins*.

La formación de estos fragmentos en las reacciones de PCR, tanto del cDNA del gen *Ins* completo (preproinsulina) como los amplificados con los oligos M13 que contienen nucleótidos extra que no pertenecen a la región codificante, y el fragmento que no contiene la región correspondiente al péptido señal de la proteína correspondiente (proinsulina), confirma la presencia del cDNA del gen *Ins* en el vector. Para completar caracterización, se está realizando la secuenciación completa del mismo.

Caracterización del vector pCAMBIA 1105.1

Por otro lado, se recuperó el vector binario pCAMBIA 1105.1 de una cepa de *E. coli* por lisis alcalina y se caracterizó con varias enzimas de restricción que liberaran fragmentos conocidos (Figura 4). Como puede verse, el análisis por electroforesis en gel mostró que la

enzima *EcoRI* sólo lineariza el vector, mientras que dobles restricciones con *HindIII* y *NcoI* o con *XhoI* y *NcoI* produjeron los fragmentos esperados.

Posteriormente se realizó la restricción con las enzimas *NcoI* y *BglII* que se usaron para insertar el cDNA del gen *Ins* y el producto de reacción se utilizó para la ligación con el producto de la PCR del vector pDNR-Lib-*Ins* amplificado con los oligos de la pre y proinsulina, sin embargo, hasta el momento no se ha tenido éxito en la ligación. El producto de ligación esperado será empleado para transformar células electrocompetentes de *E. coli* DH5 α por electroporación, las cuales serán propagadas en placas con medio LB con estreptomycin y luego utilizadas para la obtención del constructor, que será clonado en *Agrobacterium rhizogenes* para la inducción de raíces transformadas con el cDNA del gen *Ins*.

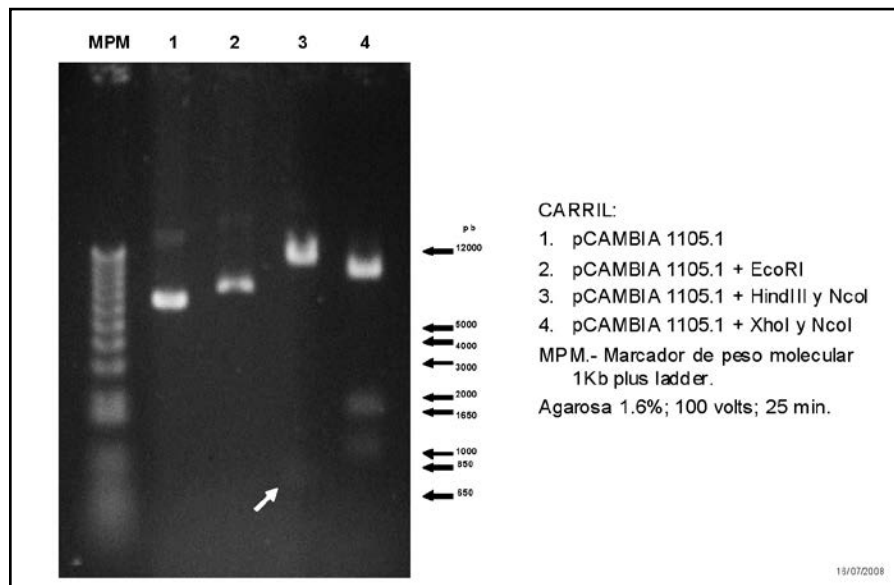


Figura 4. Caracterización del vector pCAMBIA 1105.1 por reacciones de restricción simples y dobles. En el carril 3 la flecha muestra la posición del fragmento menor esperado por la doble restricción, en el carril cuatro las bandas son evidentes.

Establecimiento de cultivos de raíces no transformadas e inducción de raíces transformadas.

Por otro lado, se germinaron semillas de Brócoli en medio mineral semisólido B5 adicionado con las vitaminas correspondientes, pero sin reguladores del crecimiento. Se colocaron cinco semillas por cámara de cultivo y se obtuvo una frecuencia de germinación de una plántula por sistema a las dos semanas de incubación (Figura 5). Las plántulas que alcanzaron mayor cantidad de raíces fueron utilizadas para establecer las líneas de raíces normales no transformadas en cultivo líquido (Figura 6), las cuales serán utilizadas como referencia de comparación del perfil de producción de proteínas con respecto a las líneas de raíces transformadas.

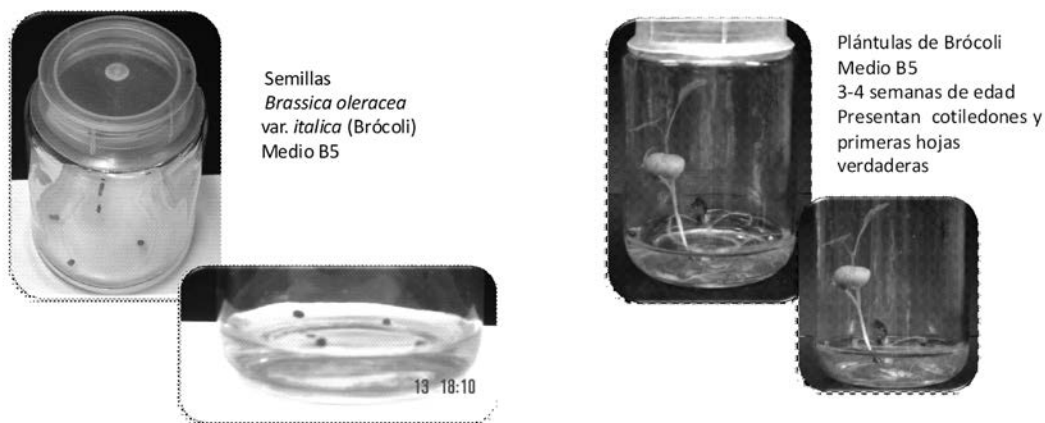


Figura 5. Establecimiento de material vegetal.

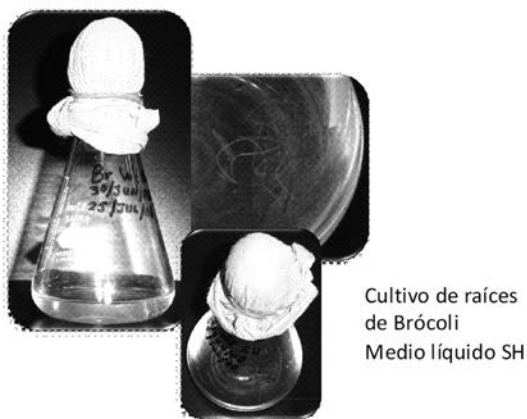
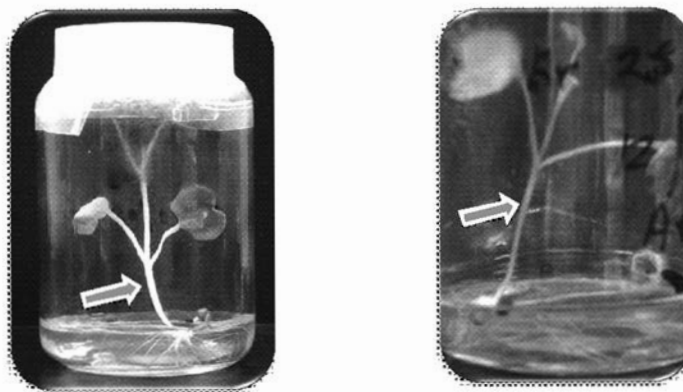


Figura 6. Cultivo de raíces normales de Brócoli recién transferidas a medio de cultivo líquido para su propagación.

Para la inducción de raíces transformadas, varias plántulas vigorosas y de 3-4 semanas de edad fueron utilizadas para infectarlas mediante la técnica de punción con la cepa silvestre de *Agrobacterium rhizogenes* LBA9402 (Figura 7). Como control de referencia para no confundir las raíces transformadas con posibles raíces adventicias sin transformar, varias plántulas fueron punzadas con agua destilada estéril. Como se observa en la Figura 7, sólo las plántulas punzadas con *Agrobacterium* mostraron la formación de tejido radical con las características ageotrópicas y morfología típica de las raíces transformadas.



Plántulas de Brócoli, Medio B5, 3-4 semanas de edad
Presentan cotiledones y primeras hojas verdaderas
Punzadas con *Agrobacterium rhizogenes* LBA9402
Control negativo: agua

Figura 7. Plántulas de Brócoli mostrando el punto de punción con agua estéril (izquierda) y con *Agrobacterium* (derecha). Nótese la presencia de raíces ageotrópicas en la plántula infectada con *Agrobacterium*

De acuerdo con los resultados descritos, se tiene el material genético, los vectores y protocolos adecuados para establecer en breve los cultivos de raíces transformadas con el gen *Ins*.

Bibliografía...

C. L. Nykiforuk, J. G. B., E. W. Murray, R. G. Keon, H. J. Goren, N. A. Markley and M. M. Moloney (2006). "Transgenic expression and recovery of biologically active recombinant human insulin from *Arabidopsis thaliana* seeds." *Plant Biotechnology Journal* 4: 77-85.

Cahill, G. (1971). *Diabetes* 20: 785-799.

Deckers, H., Moloney, M. M. and Baum, A. (1999). "The case for recombinant production of pharmaceutical proteins in plants." *Annu. Rep. Med. Chem.* 34: 237-245.

V. Cardoza, C. N. S., JR. (2004). "Invited review: brassica biotechnology." *In Vitro Cell. Dev. Biol.—Plant* 40: 542-551.

Propuesta de un Modelo de Evaluación Docente

(Proposal For a Model of Teacher Evaluation)

Luis Antonio Méndez Sánchez*

Julieta Bañuelos León*

Javier Norberto Gutiérrez Villegas*

Israel Isaac Gutiérrez Villegas*

Resumen

En el último decenio, los sistemas educativos latinoamericanos han privilegiado los esfuerzos encaminados al mejoramiento de la calidad de la educación y en este empeño se ha identificado a la variable “desempeño profesional del maestro” como muy influyente, determinante, para el logro del salto cualitativo de la gestión escolar.

Por tal motivo, el presente trabajo pretende dar a conocer una propuesta de modelo de evaluación docente, que permite detectar necesidades de capacitación o actualización profesional, actualización en métodos de enseñanza, que facilite hacer una evaluación más objetiva de la actividad docente a través de un sistema automatizado.

La implementación de este modelo y sistema de evaluación docente y su alineación con los otros sistemas, como el programa de actualización y capacitación para fortalecer el desempeño profesional y docente, deja como desafío central, la mejora continua del perfil del maestro.

Abstract

In the last decade the Latin American educative systems have privileged the efforts directed to the improvement of the quality of the education and in this persistence it has been identified to the variable “professional performance of the very influential, determining teacher” like, for the profit of the qualitative jump of the scholastic management.

For this reason the present work aims to publicize a proposed teacher evaluation model that allows detection of training needs subpoena or professional development, update on teaching methods, allowing a more objective evaluation of the teaching profession through a automated system.

The implementation of this model and teacher evaluation system and its alignment with the other systems as the update program and caring that strengthen the teaching profession and career, leaving as a central challenge to the continuous improvement of the profile of the teacher.

Acerca de los autores...

*Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, México.

Introducción

En el último decenio, los sistemas educativos latinoamericanos han privilegiado los esfuerzos encaminados al mejoramiento de la calidad de la educación y en este empeño se ha identificado a la variable “desempeño profesional del maestro” como muy influyente, determinante, para el logro del salto cualitativo de la gestión escolar.

Hoy se aprecia un cierto consenso en la idea de que el fracaso o el éxito de todo sistema educativo dependen fundamentalmente de la calidad del desempeño de sus docentes.

Podrán perfeccionarse los planes de estudio, programas, textos escolares; construirse magníficas instalaciones, obtenerse excelentes medios de enseñanza, pero sin docentes eficientes, no podrá tener lugar el perfeccionamiento real de la educación.

Entre las múltiples acciones que se pueden realizar para ello, la evaluación del maestro juega un papel de primer orden, ya que permite caracterizar su desempeño y, por lo tanto, propicia su desarrollo futuro al mismo tiempo que constituye una vía fundamental para su atención y estimulación.

La evaluación profesoral no debe verse como una estrategia de vigilancia jerárquica que controla las actividades de los profesores, sino como una forma de fomentar y favorecer el perfeccionamiento de los académicos, como una manera de identificar las cualidades que conforman a un buen profesor para, a partir de ahí, generar políticas educativas que coadyuven a su generalización.

Por la función social que realizan los educadores, constantemente están sometidos a una valoración de todos los que reciben directa o indirecta-

mente sus servicios, opiniones que se producen de manera espontánea sobre su comportamiento o competencia, e independientemente de la voluntad de los distintos factores que intervienen en el sistema escolar; sin embargo, pueden dar lugar a situaciones de ambigüedad, a contradicciones con un alto nivel de subjetivismo y, a veces, pueden ser causa de decisiones inadecuadas y de insatisfacción y desmotivación de los docentes.

Es importante mencionar que este problema no es exclusivo de la educación pública impartida por instituciones como el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), etcétera, sino también de la educación privada, como la que ofrece el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad del Valle de México (UVM), etcétera, las cuales hasta el momento han realizado grandes esfuerzos para diseñar y desarrollar sistemas automatizados que permitan llevar a cabo dicha evaluación en forma inmediata.

Por tal motivo, el presente trabajo se enfocará a realizar una propuesta de un modelo de evaluación docente que permita detectar necesidades de capacitación o actualización profesional y de métodos de enseñanza, además de una valoración objetiva sobre la actividad docente a través de un sistema automatizado.

I. Marco Teórico

I.1 Evaluación

Evaluar es emitir un juicio de valor sobre una realidad determinada u objeto de análisis, para tomar decisiones con base en información sistemáticamente

recogida: “La evaluación es un proceso de valoración de algo (que se evalúa), sobre la base de ciertos parámetros o criterios de referencia e información recogida con cualquier tipo de instrumentos, con la finalidad de tomar decisiones en los ámbitos que corresponden”. Por tanto, en toda práctica evaluadora encontramos cuatro componentes centrales:

- a) Un objeto de evaluación.
- b) Información confiable sobre lo que se evalúa desagregado de manera sistemática.
- c) Emisión de un juicio sobre lo que se evalúa, con base en parámetros establecidos.
- d) Toma de decisiones.



Dentro de este marco, debemos decir que los desempeños docentes son prácticas humanas y –como tales– existe la necesidad de someterlos a evaluación. En este caso, el objeto de evaluación son los desempeños profesionales del docente:

- Se debe recoger información confiable para los diversos aspectos o indicadores de desempeños.
- Se emite juicio con base en la información recogida y teniendo como referencia algunos parámetros que nos permiten la valoración.
- La valoración debería posibilitarnos tomar decisiones sobre la situación encontrada en materia de desempeños docentes.

1.2 Evaluación docente

La evaluación docente es un proceso muy complejo, y precisamente por esta razón existen muchas formas de conceptualizarla, definirla y entenderla.

Es posible definirla a partir de lo que se hace cuando se evalúa y así afirmar que es un proceso de construcción de conocimiento a partir de la realidad, con el objetivo de provocar cambios

positivos en ella. La evaluación docente nunca es un hecho aislado y particular, es siempre un proceso que a partir de la recopilación de información, se orienta a emitir juicios de valor respecto de algún sujeto, objeto o intervención educativos. Pero un proceso evaluativo sería absolutamente limitado y restringido si no estuviera orientado, explícitamente, a la toma de decisiones para la optimización de dichos sujetos, objetos o intervenciones evaluadas.

Por ello es que se suele afirmar que éste es un proceso cognitivo (porque en él se construyen conocimientos), instrumental (porque requiere del diseño y aplicación de determinados procedimientos, instrumentos y métodos) y axiológico (porque supone siempre establecer el valor de algo).

De estos tres procesos simultáneos, sin duda, el axiológico es el más importante y significativo, porque cuando se evalúa no basta con recoger información, sino que es indispensable interpretarla, ejercer sobre ella una acción crítica, buscar

referentes, analizar alternativas, tomar decisiones, etcétera. Todo lo cual tiene como consecuencia fundamental la legitimación del valor de determinadas actividades, procesos y resultados educativos, es decir, la creación de una “cultura evaluativa”, en la que cada uno de los instrumentos empleados y los conocimientos generados adquiere sentido y significado.

La evaluación, quíerese o no, orienta la actividad docente y determina el comportamiento de los sujetos, no sólo por los resultados que pueda ofrecer, sino porque ella preestablece qué es lo deseable, qué es lo valioso, y qué es lo que debe ser.

Por otra parte, la evaluación también se suele definir ateniéndose a su objeto de evaluación. Si ésta se centra en los resultados educativos, se la define como *evaluación sumativa*. Si se orienta al estudio y valoración de los procesos educativos y de las interrelaciones educativas entre los sujetos, se la define como *evaluación formativa*.

En la primera de ellas, generalmente la evaluación es asociada al uso de determinadas tecnologías educativas, al empleo de ciertos instrumentos y escalas de medición. Mientras que la segunda, busca comprensiones más globales, muchas veces no cuantificables.

1.3 Modelo de evaluación docente

Como se puede observar en la figura 1, el modelo tiene como objetivo realizar una evaluación integral académica, que será realizada por los alumnos; asimismo, la información que de ésta emane, se utilizará para detectar las necesidades (o carencias) del docente, y con

ello buscar que se eleve la calidad de la educación. El modelo consta de los siguientes módulos:

1. Evaluación del desempeño
2. Evaluación del potencial
3. Evaluación tecnológica
4. Evaluación de métodos y medios
5. Evaluación psicológica
6. Detección de necesidades
7. Promoción
8. Capacitación

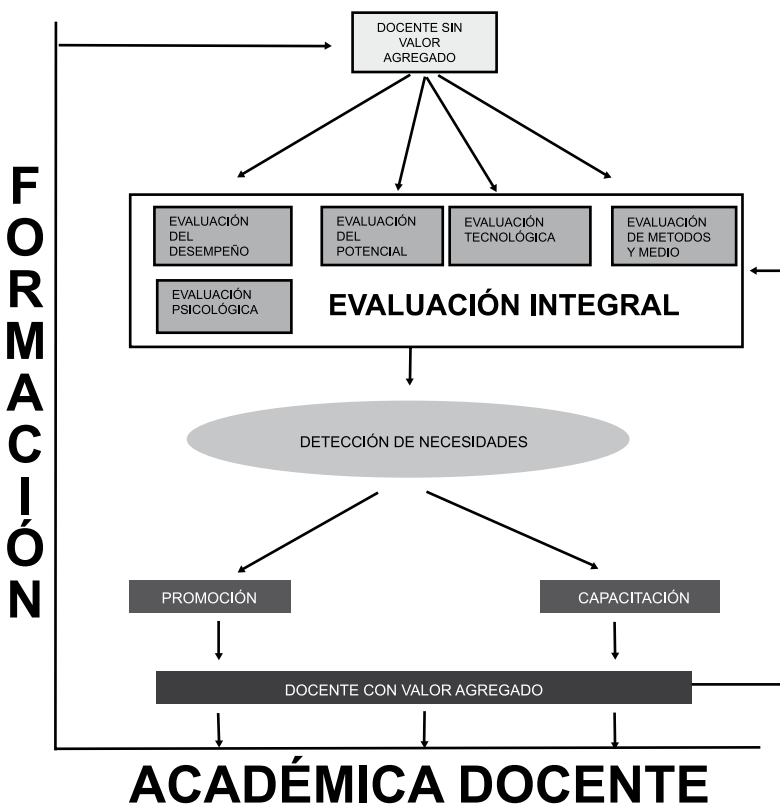


Figura 1. Modelo de Evaluación Docente

A continuación se hará una descripción detallada de cada uno de los módulos.

1.3.1 Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño; es el instrumento mediante el cual se determina el grado de eficiencia con el que una persona desempeña su puesto y cumple con los objetivos que le son establecidos.

1.3.1.1 ¿Por qué debe evaluarse el desempeño?

- Porque no existen dos desempeños iguales, ya que son características individuales.
- De ello depende la compensación y el desarrollo del docente.
- Depende con qué fin lo haga la Institución.

De igual forma, son cuatro los puntos importantes que debemos considerar para evaluar el desempeño docente:

1. Contenido.
2. Definición de la ponderación (calificación).
3. Normas de desempeño.
4. Técnicas de evaluación.

1.3.1.2 Definición de la ponderación (calificación) de las diferentes formas del desempeño docente

• Excelente

Desempeña adecuadamente todas las funciones y/o actividades de su puesto, tan bien como la supervisión considera que deben ser desempeñadas. Excede del logro de los objetivos, obtiene resultados más allá de los establecidos por las normas del desempeño docente.

Esta calificación se aplica únicamente a recursos humanos académicos (docentes) con aptitudes excepcionales.

• Buena

Desempeña completamente las funciones

de su trabajo, y cumple a tiempo con las normas establecidas.

Esta calificación se aplica a recursos humanos académicos que no exceden las funciones y objetivos, sino que sólo dan cumplimiento a las normas de desempeño establecidas.

• Regular

Desempeña sus funciones por debajo de lo establecido en las normas.

Esta calificación se aplica a recursos humanos académicos que no cumplen con las funciones y objetivos, sino que les faltó un mínimo para llegar a las normas de desempeño establecidas.

• Deficiente

Su desempeño es a un nivel no aceptable; frecuentemente no alcanza ni un mínimo de las normas de desempeño establecidas.

1.3.1.3 Calificación

La calificación se hará de manera cualitativa y cuantitativa. Para los efectos cuantitativos, la calificación se expresará en puntos en la escala de 0 a 100. Para efectos cualitativos, se expresará con los términos ya mencionados, que son: excelente, bueno, regular y deficiente. La correspondencia entre las calificaciones será la siguiente:

- Excelente: 95 a 100
- Buena: 85 a 94
- Regular: 70 a 84
- Deficiente: menos de 70

1.3.2 Evaluación del potencial

Se define como el proceso de evaluación que permite la identificación de las posibilidades de desarrollo de una persona en un puesto de trabajo o en una organización.

1.3.3 Evaluación tecnológica

En la actualidad, con un mundo globa-

lizado, es necesario en cualquier área científica y rama de la educación, que los docentes se capaciten en nuevas tecnologías, realicen cursos de formación, y estudien maestrías y doctorados. El docente está obligado a capacitarse día con día, pues de no ser así, quedará obsoleto.

1.3.4 Evaluación de métodos y medios

Se define como el proceso de evaluación que permite la identificación de las necesidades para transmitir los conocimientos de parte del docente, dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

1.3.4.1 Objetivo de la evaluación de métodos y medios

No es fácil ser profesor, ya que es una tarea que requiere una ardua capacitación, no sólo en aspectos tecnológicos, sino además en formación docente. Existen cursos donde pueden aprender técnicas para transmitir sus conocimientos y elaborar material didáctico, por ejemplo rotafolios, acetatos, audiovisuales, etcétera.

En algunas ocasiones, el docente no tiene la capacidad suficiente para transmitir los conocimientos en el proceso enseñanza-aprendizaje o hacer su materia más interesante, lo cual se puede volver un problema latente dentro del aula, por lo que se recomienda hacer una exhaustiva evaluación de este punto de vital importancia. A continuación, se mencionan algunos indicadores para realizar esta valoración.

1.3.5 Evaluación psicológica

La industria demanda recursos humanos capacitados, lo cual nos lleva a evaluar más aspectos del docente, no sólo su desarrollo profesional, pedagógico, tecnológico y de potencial, sino también el aspecto psicológico, que nunca se ha tocado en los diferentes modelos de

evaluación. El mejor desempeño de un recurso humano dentro de la empresa, se alcanza cuando el individuo desarrolla lo que le gusta.

1.3.5.1 Objetivo de la evaluación psicológica

Se tomará en cuenta qué tanto le gusta al docente impartir clases, algún tipo de materia que desearía impartir, aspectos personales, y vocación por la carrera magisterial.

1.3.6 Detección de necesidades

La detección de las necesidades es un procedimiento que parte de los resultados obtenidos en la evaluación integral, y en particular de las características de los docentes, para conocer con mayor exactitud las diferencias del personal en cuanto al desempeño de las tareas encomendadas, señalando la distancia entre lo que se hace y lo que se debe hacer.

Por tanto, se identifican los factores para elevar la productividad, la motivación humana y el con qué y cómo de sus relaciones. Esto nos conducirá a determinar en qué se requiere capacitar al docente, tomando en cuenta la evaluación integral, la cual nos señala cada una de las valoraciones a las que será sometido el docente.

1.3.6.1 Diagnóstico de detección de necesidades de capacitación y desarrollo de recursos humanos

Un diagnóstico de necesidades de capacitación es una estrategia para conocer las características en cuanto a conocimiento, habilidades, aptitudes, actitudes y hábitos, que el personal requiere satisfacer para desempeñarse efectivamente en su rol como docente; de igual manera, es el punto de partida para la formulación del plan y de los programas de capacitación tendientes a satisfacerlas.

1.3.7 Promoción

Las personas que se someten a este tipo de evaluación, por lo regular son quienes pueden ocupar puestos directivos, jefaturas, o una promoción hacia una categoría más alta.

1.3.8 Capacitación

Actividad sistemática y planeada con base en las necesidades, orientada a desarrollar aptitudes en las personas, con el propósito de desempeñar eficientemente algo nuevo o específico. La capacitación en el ámbito académico se enfoca hacia la transmisión de los conocimientos que requiere un docente para saber cómo hacer.

1.3.8.1 Proceso de capacitación

- Contar con la información cuantitativa y cualitativa de las necesidades de capacitación, adiestramiento y desarrollo del docente.
- Determinar las prioridades de capacitación, con el propósito de facilitar la programación de cursos detectados.
- Estructurar un inventario inicial de habilidades del personal docente.
- Detectar los recursos necesarios para cada curso.
- Observar cuáles son las necesidades de capacitación.
- Elaboración de programas de capacitación y adiestramiento.

2. Resultados

La presente propuesta permite:

- Desarrollar y proponer un modelo de evaluación docente de acuerdo con los requerimientos establecidos.
- Detectar necesidades de capacitación o actualización en las áreas de didáctica, pedagogía, desempeño profesional, etcétera.
- Contar con el indicador correspondiente para la integración de la evaluación.

- Contar con un instrumento de evaluación al desempeño docente que permita la realización de un juicio crítico, en vías de implementar los correctivos pertinentes para la obtención de mejores resultados.
- Contar con un instrumento que permita a los directores evaluar al personal docente.

Para los profesores:

- Permite identificar fortalezas y debilidades a través de un proceso de autorreflexión y proyectar un camino para potenciar las primeras y superar las segundas.

Conclusiones

La implementación del presente modelo de evaluación, en conjunto con otros programas (actualización y capacitación), permitirá fortalecer el desempeño profesional y docente, estableciendo como un desafío central, la mejora continua del perfil del profesional de la educación.

La evaluación final de cada profesor corresponde a una apreciación global relativa a su desempeño, la cual debe ser procesada mediante un ejercicio de autorreflexión y crítica constructiva. Por lo tanto, a los académicos se les debe entregar esta información, planteándoles, con fundamento en las evidencias, sus fortalezas y aspectos a mejorar, por dominios y criterios, y las categorías en que fueron clasificados.

Finalmente, se debe considerar a esta evaluación como un instrumento que apoya el proceso formativo del personal docente y que el uso inadecuado de la información puede provocar efectos negativos para el sistema, no sólo para los profesores, sino fundamentalmente para los procesos de aprendizaje de los alumnos.

Agradecimientos

Se agradece al M. en C. Javier Norberto Gutiérrez Villegas por su apoyo en la conceptualización de la presente propuesta de modelo de evaluación.

Bibliografía...

- ANSI, "Study group on data base management systems: interim report", American National Standards Institute. ansi/sparc dbms study group, en: fdt7,2, nueva york, acm.
- Basili, V. R. y Rombach, H. D., "The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments", IEEE Transaction on Software Engineering, 1998.
- Boehm, B.W., Kaspar, J.R. y otros. "Characteristics of Software Quality", TRW Series of Software Technology, 1978.
- Boehm, B.W., Clark, B., Horowitz, E. et al., "Cost Models for future life cycle processes: COCOMO 2.0", Annals of Software Engineering 1(1), pp 1-24, 1995.
- Castro, C. M., Tesis. "Modelo de Evaluación del Desempeño Integral de los Recursos Humanos", SEPI-ESIME-IPN, México, 2000.
- Checkland, P., "Pensamiento de Sistemas, Practica de Sistemas", Ed. Megabyte, México, 1993.
- DeMarco, T., "Controlling Software Projects", Yourdon Press, 1982.
- Dolado, J.J. y Fernández, L. (coordinadores). "Medición para la Gestión en la Ingeniería del Software". Ra-ma, 2000.
- Farbey, B., "Software Quality metrics: considerations about requirements and requirements specification", Information and Software Technology, 32 (1), pp 60-64, 1990.
- Fernández, L. y Miren I.A., "Necesidades de medición en la gestión y aseguramiento de calidad del software". [en línea: 05/04/04] <http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/remis/docs/aseguracal.htm>
- Galindo, S. L., "Notas del Curso de Sistemas de Información", SEPI-ESIME-IPN, México, 1999.
- Gilb, T. "Principles of Software Engineering Management", Addison-Wesley, 1988.
- ISO/IEC "Information Technology - Information Resources Dictionary System (IRDS) - Framework", ISO/IEC intl. Standard edition, 1990.
- ISO/IEC 9126, "Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for their Use", 1991.
- Lorenz, M. and Kidd, J., "Object_oriented Software Metrics", Prentice Hall 1994.
- McCall, J.A., Richards, P.K. and Walters, G.F. "Factors in Software Quality", RADC TR-77-369, US Rome Air Development Center Reports NTIS AD/A-049 014, 015, 055, 1977.
- Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M., and Weber, C. "Capability Maturity Model for Software: Version 1.1". Technical Report SEI-93-TR-24, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 1993.
- Pressman, R. S., "Ingeniería de software. Un enfoque práctico", Ed. Madrid, Mc Graw-Hill Interamericana de España S.A., Cuarta Edición, 1998.
- Rout, T.P. "Software Process Improvement and Practice", 1(1), pp 57-66, 1995.
- Samson, W.B., Nevill, D.G. y Dugard, P.I., "Predictive software Metrics based on a Formal Specification", Software Engineering Journal, 5(1), 1990.
- SPICE, "SPICE Document Suite, Software Process Improvement and Capability determination", 1999.
- Tinnirello, P. C., "How's Your IT: Teetering Or Leading-Edge PC Week May 11", v15 n19 p77, 1998.
- Van Gigch, H. P., "Teoría General de Sistemas", Ed. Trillas, México, 1995.

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC

Organismo Público Descentralizado del Estado de México



**NUEVE
CARRERAS**

INGENIERÍAS:

- Electrónica y Telemática
- Mecatrónica
- Mecánica
- Industrial
- Sistemas Computacionales
- Química
- Bioquímica
- Cursos de Educación Continua
- Diplomados
- Centro de Idiomas (inglés y francés)

LICENCIATURAS:

- Informática
- Contaduría y Administración

POSGRADOS (Maestrías):

- Ingeniería Química
- Ingeniería Bioquímica
- Ingeniería en Sistemas Computacionales
- Ingeniería Mecatrónica

Informes:

Av. Tecnológico s/n. Esq. Av. Carlos Hank González (Av. Central), Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55210
Teléfonos 50 00 23 42 y 50 00 23 43

www.tese.edu.mx



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

