

# Innovación educativa y apropiación tecnológica:

**experiencias docentes con el uso de las TIC**

Carlos Roberto Jaimez González, Karen Samara Miranda Campos,  
Mariana Moranchel Pocaterra, Edgar Vázquez Contreras  
y Fernanda Vázquez Vela (editores)



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**



# Innovación educativa y apropiación tecnológica



Clasificación Dewey: 371.33

Clasificación LC: LB1028.3

*Innovación educativa y apropiación tecnológica: experiencias docentes con el uso de las TIC* / editores Carlos Roberto Jaimez González, Karen Samara Miranda Campos, Mariana Moranchel Pocaterra ... [et al.] . -- México : UAM, Unidad Cuajimalpa, c2015.

269 p. ; il. col., diagrs., gráficas, tablas, mapas ; 17x24 cm.

ISBN: 978-607-28-0603-0

I. Innovaciones educativas – México II. Universidad Autónoma Metropolitana (México) – Unidad Cuajimalpa – Innovaciones tecnológicas III. Tecnología educativa – México IV. Planes de estudio universitario – Innovaciones tecnológicas – México

1. Jaimez González, Carlos Roberto, ed. 2. Miranda Campos, Karen Samara, ed. 3. Moranchel Pocaterra, Mariana, ed.

D.R. © 2015 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa. Avenida Vasco de Quiroga 4871,  
Col. Santa Fe Cuajimalpa. Delegación Cuajimalpa de Morelos, C.P. 05348, México, D.F. ( Tel.: 5814 6500)  
[www.cua.uam.mx](http://www.cua.uam.mx)

ISBN DE LA COLECCIÓN UNA DÉCADA: 978-607-28-0449-4

ISBN DE ESTE LIBRO: 978-607-28-0603-0

Corrección de estilo y cuidado editorial: Hugo A. Espinoza Rubio.

Diseño de portada y formación: Ricardo López Gómez.



CARLOS ROBERTO JAIMEZ GONZÁLEZ,  
KAREN SAMARA MIRANDA CAMPOS, MARIANA MORANCHEL POCATERRA,  
EDGAR VÁZQUEZ CONTRERAS Y FERNANDA VÁZQUEZ VELA  
(EDITORES)

# Innovación educativa y apropiación tecnológica:

experiencias docentes con el uso de las TIC



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Dr. Salvador Vega y León  
Rector General

M. en C. Q. Norberto Manjarrez Álvarez  
Secretario General

Dr. Eduardo Peñalosa Castro  
Rector de la Unidad Cuajimalpa

Dra. Caridad García Hernández  
Secretaria de la Unidad Cuajimalpa

Dra. Esperanza García López  
Directora de la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño

Dr. Raúl Roydeen García Aguilar  
Secretario Académico de la División de Ciencias de la Comunicación y  
Diseño

Dr. Hiram Isaac Beltrán Conde  
Director de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Dr. Pedro Pablo González Pérez  
Secretario Académico de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Dr. Rodolfo Suárez Molnar  
Director de la División de Ciencias Sociales y Humanidades

Dr. Álvaro Peláez Cedrés  
Secretario Académico de la División de Ciencias Sociales y Humanidades

# Contenido

Prefacio .....	7
Las tecnologías digitales como herramientas de enseñanza-aprendizaje en la UAM Cuajimalpa <i>Gregorio Hernández Zamora y Eduardo Peñalosa Castro</i> .....	15
<b>Ambientes de aprendizaje</b>	
Ubicua y Dialecta, dos ambientes de apoyo a la docencia y a la innovación educativa en la UAM Cuajimalpa <i>Eduardo Peñalosa Castro y Heriberto Zavaleta Morales</i> .....	29
<b>Herramientas de inmersión</b>	
Las TIC en la universidad. Los simuladores de gestión en la formación de administradores <i>Esther Morales Franco</i> .....	47
El uso de herramientas digitales en bioinformática <i>Arturo Rojo Domínguez</i> .....	71
Desarrollo de simuladores computacionales de apoyo a la docencia <i>María del Carmen Gómez Fuentes y Karen Samara Miranda Campos</i> ....	85
<b>Herramientas de presentación de contenidos y colaborativas</b>	
Diarios colaborativos: el blog como herramienta de co-construcción de conocimiento en el aula <i>Nora A. Morales Zaragoza</i> .....	99
El uso del glosario y de las wikis en la enseñanza universitaria <i>Mariana Moranchel Pocaterra</i> .....	119
Las TIC aplicadas al aprendizaje del análisis de la cultura y la metodología etnográfica <i>Fernanda Vázquez Vela</i> .....	137

## Herramientas cognitivas y de visualización

La construcción de un texto multimodal para aprender química orgánica <i>Alejandra García Franco</i> .....	153
Análisis y graficación de redes socioproductivas <i>Marco Aurelio Jaso Sánchez</i> .....	163
Herramientas de software para la administración <i>Aureola Quiñónez Salcido</i> .....	177
El uso de visualizadores moleculares en la enseñanza de la bioquímica en la UAM Cuajimalpa <i>Edgar Vázquez Contreras</i> .....	193
El uso de los sistemas de información geográfica en el Diplomado de Inteligencia Territorial de la UAM Cuajimalpa <i>Salomón González Arellano y Laura Elisa Quiroz</i> .....	213

## Herramientas de autoría y productividad

La programación como herramienta educativa <i>Santiago Negrete Yankelevich</i> .....	227
Una plataforma web de tutoriales interactivos de apoyo a la docencia <i>Carlos Roberto Jaimez González</i> .....	247
<b>Sobre los autores</b> .....	265

# Prefacio

La disponibilidad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a finales del siglo XX, generó nuevas condiciones en el ámbito educativo, dignas de considerar dentro de los procesos formativos universitarios. Este inédito paradigma supuso, entre otras cosas, la necesidad de apropiación tecnopedagógica por parte de los docentes, así como la instauración de un sistema dinámico tendiente a preparar a los futuros profesionistas para el aprendizaje permanente.

Los esfuerzos desplegados en y por las instituciones de educación superior han atendido diversos contextos endógenos y exógenos: inversión en infraestructura, desarrollo de ambientes y contenidos, capacitación docente y desarrollo de investigaciones de temáticas relacionadas con la apropiación tecnológica e innovación educativa, son un ejemplo de ello.

La Unidad Cuajimalpa de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) no ha permanecido ajena a esta tendencia. El punto de partida lo constituye el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2008-2018, el cual enfatiza la aplicación del modelo educativo a lo largo de la vida y el uso de las TIC; posteriormente, el PDI 2012-2024, vigente hasta el momento, subraya la necesidad de contar con un modelo educativo actualizado y estrategias de innovación aplicadas a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En concordancia con la planeación institucional proyectada en la UAM Cuajimalpa, se han realizado esfuerzos para desarrollar una cultura institucional vinculada con la innovación, la cual se refleja en los trabajos incluidos en este volumen.

Con el fin de contribuir en la visualización, monitoreo, intercambio y reconocimiento de este tipo de acciones en la UAM-C, los capítulos aquí contenidos muestran una serie de experiencias académicas que integran el uso de las TIC en los procesos formativos. La intención ha sido identificar las prácticas de incorporación tecnológica e innovación educativa dentro del aula, cuyo objetivo ulterior es incentivar el uso y la apropiación de herramientas digitales en la educación universitaria.

Se trata de una exposición en la que se explican, discuten y analizan las potencialidades, las debilidades y los retos de la incorporación de las TIC en el

proceso de enseñanza-aprendizaje, dentro de las divisiones que conforman la unidad Cuajimalpa.

## La estructura de este volumen

El concepto de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tiene un gran alcance y, en general, se refiere a todas las tecnologías, técnicas y conceptos que utilicen o deriven de la disciplina de la computación, o que hagan uso para su aplicación e implementación de dos cuestiones: una pieza de software que se ejecuta en un dispositivo (ya sea una computadora, teléfono inteligente o tableta), por nombrar algunos, e Internet.

El conjunto de potenciales aplicaciones de las TIC es amplio; siempre en constante crecimiento, pues va desde la telefonía, pasando por el desarrollo de redes, el comercio y hasta la domótica. Particularmente, la aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel superior ha resultado sumamente desafiante. Este volumen colectivo está integrado por las descripciones de algunos de los profesores de la UAM Cuajimalpa acerca de sus experiencias en la utilización de una o varias de esas herramientas dentro de la materia o asignatura que imparten. En cada capítulo, los autores discuten dichas experiencias y comentan sobre las potenciales bondades o desventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El eje de referencia utilizado para la organización de este libro es la taxonomía que Eduardo Peñalosa diseñó sobre el uso de las TIC. La tipología de herramientas digitales las dividió en ocho familias principales: ambientes de aprendizaje, herramientas de presentación de contenidos, de co-construcción colaborativa, de autoría y productividad, de comunicación, de inmersión, estrategias de aprendizaje y herramientas cognitivas (Peñalosa, 2013: 29-35).

En algunos capítulos, se apreciará el empleo de varias de estas herramientas en un mismo caso; sin embargo, cada uno enfatiza en cada una de éstas, por lo que la obra se dividió en cinco secciones: ambientes de aprendizaje; herramientas de inmersión; de presentación de contenidos y colaborativas; cognitivas y de visualización y, finalmente, de autoría y productividad. Esta división y organización proporciona una visión interdisciplinar, asimismo muestra la variedad de herramientas utilizadas en cada una de las experiencias.

En el medio educativo, las TIC poseen un impacto potencial importante; aspecto analizado en el capítulo introductorio, en el cual Eduardo Peñalosa y Gregorio Hernández reflexionan acerca del carácter de dichas herramientas

y cómo se les emplea en la educación superior. Parte importante de su trabajo describe el proceso a través del cual los docentes de la UAM Cuajimalpa, en consonancia con su modelo educativo, han incorporado el uso de las herramientas de las TIC a su práctica educativa cotidiana, potenciando con ello la generación del conocimiento y el desarrollo de habilidades en los alumnos.

## Ambientes de aprendizaje

La sección “Ambientes de aprendizaje” describe espacios de confluencia de usuarios, lo que permite establecer un punto de encuentro para los involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, generando el intercambio constante de conocimiento: comprende desde los sistemas de administración de aprendizaje (como las aulas virtuales y todos los recursos que conllevan), los sistemas personales de aprendizaje (en los que el usuario colecciona sus propios archivos), los sistemas de administración de contenidos (con los cuales se crean portales de grupos o instituciones), hasta las redes sociales (como Facebook, entre otras).

Dentro de esta categoría, Eduardo Peñalosa y Heriberto Zavaleta presentan la experiencia y los resultados de la implementación, dentro de la Unidad Cuajimalpa, de dos ambientes digitales complementarios, Ubicua y Dialecta, cuya finalidad más importante consiste en apoyar la labor docente, los cuales podrían ser un soporte para la aplicación de ideas innovadoras de docencia apoyadas por el uso de las TIC.

## Herramientas de inmersión

Estas herramientas están diseñadas para que los procesos de enseñanza-aprendizaje sean situados y auténticos. Su objetivo es que los alumnos experimenten, dentro de un entorno controlado, situaciones lo más apegadas a la realidad, de tal manera que aprendan de sus experiencias y adquieran un conocimiento a través del autoaprendizaje. Como parte de esta categorización, encontramos herramientas varias: simuladores, realidad virtual y herramientas georreferenciales.

Así, Esther Morales presenta el caso de la integración e implementación de simuladores de gestión en la Unidad de Enseñanza Aprendizaje (UEA) “Seminarios de integración II”, una experiencia cuyo objetivo central es desarrollar habilidades digitales y de gestión entre los alumnos. Una de las particularidades de este caso reside en la integración del modelo pedagógico de

la Unidad Cuajimalpa de la UAM, mediante la aplicación de las TIC ,a fin de potenciar el aprendizaje significativo en los estudiantes.

Por su parte, Arturo Rojo describe cómo se ha optimizado el uso de herramientas digitales para la conducción de la UEA "Temas selectos de Bioinformática", como parte de la Licenciatura en Biología Molecular; en particular, analiza la pertinencia del uso del aula virtual, hoja de cálculo, paquetería especializada y servidores web.

En otro capítulo, María del Carmen Gómez y Karen Miranda describen el uso de simuladores computacionales y otras herramientas de las TIC utilizados como apoyo a la docencia. Específicamente presentan tres simuladores desarrollados por alumnos de la Licenciatura en Ingeniería en Computación, ello con el fin de demostrar lo altamente formativo que resulta dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El objetivo principal es lograr que los alumnos no sólo sean usuarios de estas herramientas, sino que, además, desarrollen simuladores propios, ampliando sus horizontes formativos y profesionales.

## Herramientas de presentación de contenidos y colaborativas

Las de presentación de contenido y colaborativas son herramientas que permiten al profesor expandir los recursos con los que cuenta en el aula y convertirlo en material interactivo. Estas herramientas son especialmente útiles para la docencia universitaria, toda vez que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, por medio del uso de herramientas visuales y auditivas. En esta categoría encontramos los tutoriales, videos y exposiciones, imágenes y presentaciones didácticas.

Por otra parte, las herramientas colaborativas permiten obtener ventaja de la parte social del ser humano, pues generan entre los alumnos un ambiente propicio para la interacción dentro del aula universitaria, logrando ampliar su capital social. Este tipo de herramientas son espacios en los que los usuarios confluyen sincrónica o asincrónicamente para discutir e intercambiar ideas, como los casos de foros, glosarios, wikis, blogs, etcétera.

Al respecto, Nora Morales describe la experiencia del uso del blog y los diarios colaborativos para la UEA "Diseño tipográfico" de la Licenciatura de Diseño, como una estrategia clave para mejorar la memoria colectiva y la co-



municación, ya que logra proveer al estudiante de visiones complementarias a la temática del curso, orillándolo a reflexionar sobre el proceso de trabajo y de su propia disciplina.

Por su parte, Mariana Moranchel presenta una propuesta didáctica basada en el uso de dos TIC: el glosario y las wikis. La propuesta evidencia la importancia de utilizar estas herramientas digitales, con el fin de desarrollar distintas habilidades entre los alumnos, entre las que destacan las cognitivas y las colaborativas a través del trabajo en equipo. Se muestra el diseño didáctico de la actividad, al que se le integran las rúbricas que la profesora utiliza como herramienta de evaluación, a fin de medir el grado de avance de los alumnos.

Como último capítulo de esta sección, Fernanda Vázquez Vela muestra la incorporación de las TIC en cursos cuyo contenido implica el desarrollo de habilidades en las Ciencias Sociales, mismas que conducen al alumno a aprender y poner en práctica metodologías cualitativas, especialmente etnográficas, con las que se busca que se inicien en la investigación y análisis de la cultura. Estas herramientas se convierten en un apoyo para que los alumnos se sensibilicen y cobren conciencia de las problemáticas sociales y culturales; además de que amplíen su capacidad para formularse preguntas sobre estas realidades y busquen soluciones.

## Herramientas cognitivas y de visualización

Este tipo de herramientas permiten al usuario manipular la información, ampliarla y observarla desde diferentes ángulos, todo ello con el fin de aprender a través de la adquisición y manejo de la información. Aquí encontraremos algunos conjuntos de aplicaciones de productividad de escritorio. En este sentido, las herramientas de visualización no sólo permiten manipular la información, sino que, además, logran ilustrar conceptos o relaciones que serían intangibles, por ejemplo, los átomos.

En el primer capítulo de esta sección, Alejandra García presenta una experiencia de aprendizaje realizada con estudiantes de la UEA "Química orgánica", en la que propone a los alumnos la construcción de un ensayo explicativo sobre alguna molécula orgánica de su interés. Al final de su artículo, muestra algunos ejemplos de los ensayos construidos por sus alumnos.

En un texto que plantea la enseñanza del análisis de las redes de organizaciones, Marco Jaso describe y reflexiona sobre el uso de software para el análisis y graficación de redes sociales, en el contexto de la Licenciatura en Administración. Destaca el uso de programas como Agna y Gephi, y cómo

han facilitado el acercamiento empírico de los alumnos al tema de las redes socioproductivas, la posterior profundización en conceptos teóricos y su aplicación para el estudio de las organizaciones.

Por otro lado, Aureola Quiñónez presenta la importancia de la aplicación de herramientas de software en algunas UEA de la Licenciatura en Administración. Señala la necesidad de poner en práctica en el aula actividades teórico-prácticas, a través del uso de las TIC, con el objetivo de favorecer el desarrollo de las habilidades cognitivas de los alumnos, permitiéndoles identificar los problemas de las organizaciones, así como proponer soluciones óptimas dentro de éstas.

Como parte de esta sección, Edgar Vázquez analiza las dificultades derivadas del proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos bioquímicos abstractos, relacionados en particular con la estructura de las proteínas. Para mejorar este aprendizaje, el autor propone el uso de visualizadores moleculares como herramientas de apoyo para este fin. También describe la evolución de dichas herramientas educativas a través del tiempo, además de enumerar una variedad de éstas que se pueden utilizar para variados fines.

En el capítulo final de esta sección, Salomón González y Laura Elisa Quiroz describen la experiencia docente desarrollada para el Diplomado de Inteligencia Territorial (DIT), a través del uso de los sistemas de información geográfica (SIG). Además, se presenta un caso de aplicación de dicho sistema y su implicación en el desarrollo de la inteligencia territorial.

## Herramientas de autoría y productividad

Esta sección incluye recursos que auxilian a profesores y alumnos a construir proyectos y productos con contenido digital. Una de las características principales de las herramientas de autoría y productividad es que permiten adquirir conocimientos no sólo del uso de las TIC, sino también de su proceso de creación. Los dos capítulos incluidos en esta sección describen las experiencias de sus autores en la utilización de lenguajes de programación, como herramientas educativas y en el uso de una plataforma web de autoría para generación de tutoriales interactivos.

Por otra parte, Santiago Negrete afirma que, desde los años setenta, con el surgimiento de las computadoras personales y de bajo costo, ha habido interés en utilizarlas para fines educativos. Muchas aplicaciones se han creado para ayudar a los estudiantes a comprender mejor los temas de sus clases, e Internet ha potenciado su disponibilidad. Los lenguajes de programación,

por su lado, han evolucionado bastante para ser más poderosos, pero también para ser más amigables con los usuarios, en especial los orientados a producir scripts. En este capítulo se describe la experiencia del autor, quien utiliza lenguajes de programación como herramientas educativas en diversos cursos universitarios, presenta algunas conclusiones basadas en dicha práctica y subraya que la programación es una herramienta muy útil para desarrollar el pensamiento abstracto.

En el capítulo de Carlos Jaimez, él presenta una plataforma web de autoría que permite generar tutoriales interactivos en línea, diseñada y desarrollada con el apoyo de alumnos de la Licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información, la cual se utiliza en algunas de las UEA para apoyar la enseñanza de diferentes temas de programación, principalmente. Aquí el autor presenta dos descripciones de experiencias en el aula: la del profesor que crea un tutorial en la plataforma web y la de los alumnos que estudian el tutorial creado, junto con algunos tipos de ejemplos interactivos implementados en la plataforma web.

Esta gama de experiencias constituye una muestra de lo que los docentes de la Unidad Cuajimalpa de la UAM han aplicado en sus diferentes campos de enseñanza. Confiamos en que su difusión, a través de la publicación de este volumen, fomente la discusión sobre las prácticas que conducen a los aprendizajes de calidad y se extienda la posibilidad de mejorarlas. Las TIC pueden ser herramientas de mediación entre los alumnos y sus objetos de conocimiento; en esa misma medida tienen un gran potencial como espacios que, debidamente configurados y aprovechados, fomentan el desarrollo del conocimiento.

Como parte de un proyecto más amplio, se ha iniciado la elaboración de una serie de cápsulas en video, con la intención de difundir la utilización de las distintas herramientas. Acompaña a este libro un disco compacto, en el que se da cuenta de tres de las experiencias que aquí se discuten. Así, es posible escuchar las voces de profesores y alumnos, quienes cuentan con entusiasmo cómo la incorporación de herramientas digitales ha mejorado el proceso de enseñanza-aprendizaje y las posibilidades que ello ha abierto. Queremos así mostrar las distintas maneras de incorporar las TIC en el aula de forma audiovisual, y que este material sirva como motivación para otros profesores. Agradecemos a Alfredo Peñuelas Rivas la realización y el guion; a Luis Vaquera la producción; a Jorge Suárez la fotografía; a Moisés Palacios la locución, así como a Salvador López la edición y posproducción.

Los quince capítulos que conforman este libro estuvieron sujetos a una rigurosa revisión, primero a través de predictámenes realizados por los editores; en segundo lugar, por tres evaluaciones realizadas por especialistas en el

tema. En ambas etapas, cada autor incorporó las sugerencias de los diversos dictaminadores, enriqueciendo así el resultado de esta obra. Agradecemos el tiempo y los comentarios, a cada uno de los capítulos, que amablemente hicieron los doctores Claudia Marina Vicario Solórzano, Manuel Francisco Aguilar Tamayo y el maestro Max de Mendizábal Carrillo.

Carlos Roberto Jaimez González  
Karen Samara Miranda Campos  
Mariana Moranchel Pocaterra  
Edgar Vázquez Contreras  
Fernanda Vázquez Vela  
editores

Ciudad de México, noviembre de 2015

## Referencias

Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*, México: Pearson.

# Las tecnologías digitales como herramientas de enseñanza-aprendizaje en la UAM Cuajimalpa

Gregorio Hernández Zamora\*  
Eduardo Peñalosa Castro\*\*

## Introducción

**E**ste capítulo expone algunos rasgos del modelo educativo de la UAM Cuajimalpa,<sup>1</sup> propone elementos conceptuales que esclarezcan el sentido de las nuevas tecnologías digitales (NTD) como *herramientas de enseñanza-aprendizaje*, y concluye con algunos modelos taxonómicos que enfocan la naturaleza específica de las NTD en el medio educativo, especialmente su potencial en la docencia universitaria.

## La sociedad de la información

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) forman parte de un nuevo paradigma tecnológico (Castells, 2001) que vive la humanidad y que trasciende a la educación, pues plantea un impacto social global que “comporta nuevas maneras de trabajar, de comunicarnos, de relacionarnos, de aprender, de pensar y, en suma, de vivir” (Coll y Monereo, 2008: 19). Evidentemente, la educación es un área en la que estas herramientas tienen impacto. Dichas tecnologías se han incorporado gradualmente en todos los niveles educativos, por lo que ya es tiempo de dar testimonio de las formas en que se utilizan en el aula, así como su verdadera repercusión en el aprendizaje.

---

\* Profesor-investigador, adscrito al Departamento de Estudios Institucionales, UAM Cuajimalpa. C.e.: <grehz@yahoo.com>.

\*\* Profesor-investigador, adscrito al Departamento de Ciencias de la Comunicación, UAM Cuajimalpa. C.e.: <eduardop@correo.cua.uam.mx>.

<sup>1</sup> La UAM cuenta con cinco planteles o unidades en la zona metropolitana de la ciudad de México: Xochimilco, Iztapalapa, Azcapotzalco, Cuajimalpa y Lerma.

La conversión de información en conocimiento, útil para la solución de problemas, es fundamental para el aprendizaje profundo, el cual se intenta fomentar, principalmente en la educación. El uso de herramientas cognitivas es un apoyo en el proceso de externalización de los modelos mentales (Jonassen y Hoan Cho, 2008), así mismo fortalece el conocimiento del alumno. Esta apropiación simbólica es posible con ayuda de las tecnologías (Coll y Monereo, 2008).

## El modelo educativo y las NTD en la UAM Cuajimalpa

La UAM Cuajimalpa adoptó, desde su fundación en 2005, un modelo educativo centrado en el aprendizaje (Fresán *et al.*, en prensa). En este modelo, es insuficiente que el docente “cubra” contenidos programáticos o que imparta buenas exposiciones. Supone, en cambio, que los alumnos muestren y demuestren que se han apropiado de los conceptos, destrezas y actitudes planteados en los planes y programas de estudio. Esto sólo ocurre si el docente incorpora, a su vez, dos ideas centrales de la investigación educativa y las teorías del aprendizaje: la primera es que, en la enseñanza tradicional, en la que el profesor es el actor y protagonista de la clase, él es quien más aprende, no los alumnos; la segunda idea postula que el aprendizaje sólo es posible mediante la *actividad constructiva* del aprendiz, es decir, con su participación activa en tareas materiales e intelectuales que impliquen cuestionar, resolver, crear, indagar, imaginar, analizar, proponer, valorar y aplicar conceptos.

Ambos principios se reducen a uno: para aprender, el estudiante ha de adquirir un papel activo en la construcción de su conocimiento. En este sentido, actualmente se advierte el potencial de las tecnologías digitales en el paso de una enseñanza centrada en el maestro, a un proceso constructivo centrado en el alumno. Ello exige que la institución procure que los estudiantes empleen estas tecnologías para la discusión, análisis, adquisición, creación y transmisión del conocimiento.

Con este fin, la UAM Cuajimalpa propicia y ofrece la oportunidad de utilizar plataformas y otras herramientas digitales que se erigen en formas de mediación, las cuales posibilitan el contacto y la interacción entre los alumnos y sus objetos de conocimiento. En el contexto del uso de tecnologías para apoyar el proceso educativo, se asume la necesidad del desarrollo de una habilidad tecnológica, esto implica la adquisición de distintas experiencias en virtualidad, cómputo móvil, interactividad, participación en redes sociales digitales, inmersión en entornos de aprendizaje, simulación y participación; presencia social, aprendizaje mixto, así como el uso de materiales didácti-

cos digitales. De hecho, el aprendizaje en estos tiempos es mixto y, en esa medida, se considera la mezcla de dimensiones presenciales y virtuales en la enseñanza universitaria.

En este sentido, el modelo educativo de la UAM Cuajimalpa da importancia a la incorporación de las herramientas tecnológicas como mediación de los aprendizajes. Crovi (2009) señala que en estos procesos se espera la apropiación tecnológica, lo que implica el dominio en el uso de herramientas de este tipo, pero también el reconocimiento de la actividad que éstas condensan. Es decir, no sólo es precisa una alfabetización digital, sino también poner en práctica el uso de la herramienta, con base en los modos de interacción con los que se concibieron. Si bien es posible observar diferentes modos de aplicación de las tecnologías en la educación, la función de apropiación de estas herramientas cognitivas es la fase más avanzada del proceso.

Por ello, la UAM Cuajimalpa se ha planteado la innovación educativa como uno de sus rasgos fundamentales, preocupación que se refleja en diferentes documentos de planeación, entre los que destaca el Plan de Desarrollo (UAM-C, 2015), en el que se habla de la importancia de instrumentar y mantener actualizado el modelo educativo, así como de incorporar metodologías flexibles y tecnologías actuales para la docencia. De igual manera, busca documentar y socializar casos de aplicación de las tecnologías digitales en la docencia realizada en la unidad Cuajimalpa. Se trata de explicitar estas experiencias, hacerlas públicas y disponibles para que otros docentes reflexionen al respecto y, en todo caso, reutilizar lo que sea pertinente a la práctica de otros. Esto fomentaría una forma colaborativa y socializada de construir conjuntamente perspectivas respecto de las mejores formas de promover el conocimiento en los alumnos.

El modelo de referencia para esta postura, relacionado con la administración del conocimiento, es la propuesta de Nonaka y Takeuchi (1995), quienes, en el contexto organizacional, consideraron que la clave principal para la generación de conocimiento consiste en convertirlo de tácito en explícito.

En el caso que nos ocupa, los docentes han desarrollado soluciones que les han permitido resolver problemas de enseñanza-aprendizaje, con resultados interesantes, dada la incorporación de las TIC. Empero, estas soluciones usualmente no se dan a conocer, por lo que permanecen, si acaso, disponibles para los autores, pero no se extienden ni se mejoran por parte de otros colegas, en dominios de conocimientos idénticos o similares. Conforme a Nonaka y Takeuchi (1995), el conocimiento de la institución no trasciende, las aportaciones de estos miembros no llegan a ser parte de este saber institucional; lo tácito no se codifica, son experiencias prácticamente privadas sin trascender

lo individual; lo explícito es conocimiento codificado y transmisible mediante algún sistema simbólico (herramienta de mediación). Los casos expuestos en este volumen serán, además, explicados mediante breves producciones audiovisuales, además de socializarlos a través de medios presenciales y digitales, con la intención de generar un diálogo abierto sobre las herramientas que aportarían elementos a favor de la calidad de la docencia.

Aun cuando en la UAM las divisiones son las responsables de la docencia, y cada una de éstas tiene una forma de conceptualizarla, en función de las características de los dominios de conocimiento que la componen, es interesante que los docentes evidencien y analicen casos concretos que permitirían compartir, a nivel unidad, estas experiencias, que necesariamente se relacionan con la forma en que ellos se apropian de las herramientas asequibles para estos procesos. La intención es explicar y socializar para posibilitar la reutilización y la mejoría de estas prácticas.

## Las NTD como “herramientas de aprendizaje”

En el medio educativo se asume que las nuevas tecnologías digitales son “herramientas de aprendizaje”. Tal idea parece obvia, pero no lo es, por lo que conviene hacer varias precisiones conceptuales para evitar confusiones. Por un lado, la frase “herramientas de aprendizaje” se emplea metafóricamente y, por el otro, el término “nuevas tecnologías” admite tal variedad de significados que vuelven inasible su conexión con la enseñanza y el aprendizaje (Hernández, 2015). Por ejemplo, ¿son de la misma naturaleza “herramientas” como el programa Word, una laptop, el mouse, el ícono de cortar y pegar, Internet, Google, Facebook, Amazon o Dropbox? Evidentemente, son cuestiones muy distintas, e incluirlas bajo la misma etiqueta o rubro no permite clarificar sus posibilidades diversas en la práctica educativa.

Mediante una analogía con el trabajo de un carpintero, sería equivalente a categorizar como “herramientas” elementos tan disímiles como un martillo, una sierra eléctrica, un banco de trabajo, un taller de carpintería, una pila de tablones, una bodega y una mueblería. El martillo y la sierra son herramientas; el banco de trabajo y el taller son lugares donde se utilizan esas herramientas; la pila de tablones son materias primas que se transforman gracias a las herramientas; la bodega es el lugar donde se guardan los productos fabricados con las herramientas, en tanto que la mueblería es el punto de venta de dichos productos.

Análogamente, en el terreno de las nuevas tecnologías digitales (NTD) ni todo es “herramienta”, ni todo tiene la misma función. Así, una memoria USB o el



sitio Dropbox no son propiamente herramientas, sino dispositivos de almacenamiento de archivos. Las plataformas virtuales tipo Moodle o Blackboard son sistemas de gestión de cursos y espacios de interacción entre maestros y alumnos, pero no son en sí mismas herramientas u objetos de aprendizaje. De igual manera, la Internet no es en sí una herramienta, aunque ofrece el espacio virtual donde están disponibles herramientas y contenidos.

Es necesario, entonces, tener una definición y una comprensión del concepto de *herramienta*. En la historia humana, las herramientas han sido artefactos diseñados para resolver problemas prácticos. Por ejemplo, una lanza prehistórica fue una herramienta útil para matar animales a cierta distancia. Después se inventó el arco y la flecha, que permitió ampliar la distancia entre el cazador y el animal, hasta llegar a las armas de fuego, que ampliaron mucho más la distancia, la potencia y la precisión del proyectil.

Una herramienta se conceptualiza, así, como un *medio* para lograr un *fin*, y la historia de cada herramienta material es la historia de la solución a un problema material, como cortar, transportar, excavar, etc. En términos de Cole, una herramienta es "un aspecto del mundo material que ha sido modificado en el curso de su historia de incorporación en acciones humanas dirigidas por fines... en el proceso de creación y uso, estos artefactos son simultáneamente ideales (conceptuales) y materiales" (Cole, 1996: 117).

Ahora bien, tratándose de problemas simbólicos, como el problema de educar a seres humanos, o de aprender teorías y conceptos disciplinares, la idea de "herramientas" se complica. Si el fin es enseñar o aprender algo, ¿de qué manera las NTD son un medio? Para contestar esta pregunta, es necesario aclarar qué clase de herramientas son las tecnologías digitales: son a la vez herramientas *materiales* y *simbólicas*; son materiales porque tienen un aspecto físico o "duro" (llamado *hardware*), y a la vez un aspecto simbólico o "suave" (llamado *software*), de forma análoga a la dupla cuerpo-mente. Aunque necesitamos el hardware para manipular las NTD, en realidad el software es el elemento que principalmente usamos como "herramienta".

Distingamos ahora cuatro escalas de tecnologías digitales: aplicación, software, computadora y red o Internet. De nueva cuenta, nos apoyamos en una analogía con las herramientas materiales: la aplicación o *app* es un software que funciona como herramienta individual (un martillo, un tenedor, etc.) y suele ser pequeña y simple, aunque también hay apps muy complejas (como Google Maps); un software es una caja de herramientas (como la caja del plomero o el maletín del médico); una computadora es como una gran bodega donde puede haber cajas de herramientas para muchos oficios; la red o Internet serían como el mundo entero, que incluye gente, herramientas e interacciones.

Sin duda, esta analogía entre escalas de tecnologías digitales y escalas de herramientas materiales, tiene limitaciones (por ejemplo, en todos los niveles hay sustratos físicos y protocolares específicos), pero la finalidad de este trabajo no es entrar en ese nivel de análisis, sino entender la naturaleza de las NTD como "herramientas educativas". En este sentido, entran en esta categoría una multitud de recursos variados, que incluyen hardware, por ejemplo, computadoras de escritorio y portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes (*smartphones*), pantallas y cañones, así como diversos dispositivos periféricos. Pero, al mismo tiempo, forman parte de esa categoría recursos como las *aplicaciones* o software para crear o editar contenidos (por ejemplo, Word, Powerpoint, Photoshop, Final Cut); *medios de almacenamiento* de contenidos (como memorias USB y discos duros, Dropbox, Google Drive, etc.); *medios de comunicación* (correo electrónico, mensajes de texto, chat, Skype, etc.); *ambientes de administración de cursos* (tal es el caso de Moodle, Blackboard, etc.); sitios web para publicar contenidos (cítese YouTube, Scribd, Blogger, Wordpress, Facebook, etc.); *sitios de interacción social* (Facebook, Twitter, etc.), repositorios de recursos y una ilimitada variedad de aplicaciones de escritorio y en línea, para casi todas las profesiones, oficios y actividades humanas.

Las NTD son, sin duda, un gran medio de acceso a la información que, durante siglos, estuvo confinada a espacios concretos como los archivos y bibliotecas físicas. Son también un fantástico medio de comunicación a distancia y de manera instantánea; de igual modo, son un instrumento que permite la representación multimedia y multimodal de ideas, que incluye la palabra hablada y también la escritura, la imagen, el video y el audio, la animación, la simulación interactiva y la realidad aumentada.

Éstos son sólo ejemplos del enorme potencial de las tecnologías digitales en tanto *medios* o *herramientas* educativas. Sin embargo, en la práctica enfrentamos la paradoja de que su alto grado de sofisticación las convierte en fines en sí mismas. Esto ocurre porque los usuarios necesitan desarrollar conocimientos y destrezas, sin los cuales esas tecnologías se vuelven a veces obstáculos algo difíciles de sortear, pues la revolución digital pone a disposición de los docentes medios de información, comunicación e interacción más amplios y poderosos que el pizarrón y el libro de texto tradicionales, cuyo uso eficaz y significativo exige un proceso de aprendizaje.

Por ello, hoy en día los sistemas educativos en todo el mundo incorporan la dimensión de las *habilidades digitales* como un objetivo de enseñanza-aprendizaje en sí mismo, no sólo para los estudiantes, sino también en la formación de los docentes. Así, sin percatarnos, las tecnologías digitales oscilan entre ser *medios* y *fines* de aprendizaje a la vez. Utilizar eficiente y

fluidamente, por ejemplo, las plataformas virtuales, los dispositivos móviles y los diversos programas y apps que surgen cada día, demanda dedicarle tiempo y esfuerzo a su aprendizaje. De aquí que muchos docentes prefieran trabajar “directamente” en los contenidos programáticos y no en aprender a usar los medios tecnológicos. Entrecomillamos “directamente” porque, en realidad, los contenidos de enseñanza rara vez se abordan directamente. Con tecnologías digitales o sin éstas, el contacto de los alumnos con los contenidos es siempre mediado, ya sea por libros, notas del profesor en el pizarrón, por el lenguaje, incluso por la presencia misma y la voz del profesor en el aula. Esta naturaleza dual de las tecnologías (como medios y como fines) es, indudablemente, uno de los temas centrales del debate educativo contemporáneo; en esta introducción nos limitamos a señalarlo, si bien es evidente que este libro en su conjunto aboga por la incorporación de las nuevas tecnologías en la docencia universitaria.

En consonancia con lo expuesto, Coll, Mauri y Onrubia (2008) plantean tres modalidades de uso de las NTD en la educación: como parte del currículum en el que se enseña a los alumnos el uso de estos dispositivos; para reforzar el proceso de enseñanza tradicional y como herramientas de mediación, que impulsan nuevas formas de aprender y enseñar, lo cual implica realizar cosas diferentes, poner en marcha procesos de aprendizaje y de enseñanza que no serían posibles en ausencia de las NTD.

## Hacia una taxonomía de las NTD en la docencia

La diversidad y complejidad que las NTD tienen en sí mismas, dificulta a veces entender cuáles son los beneficios que realmente aportan a la enseñanza-aprendizaje. En este libro se presentan ejemplos de uso de las NTD por parte de docentes de la UAM Cuajimalpa. Pero, ¿cómo clasificar o categorizar esos usos?

Toda taxonomía implica dificultades y limitaciones, sin embargo, es conveniente poner en práctica un ejercicio que permita aclarar algunas cosas. En cuanto a los usos educativos, las NTD se clasifican al menos desde dos perspectivas distintas: la pedagógica (usos docentes) y la del aprendizaje (procesos cognitivos).

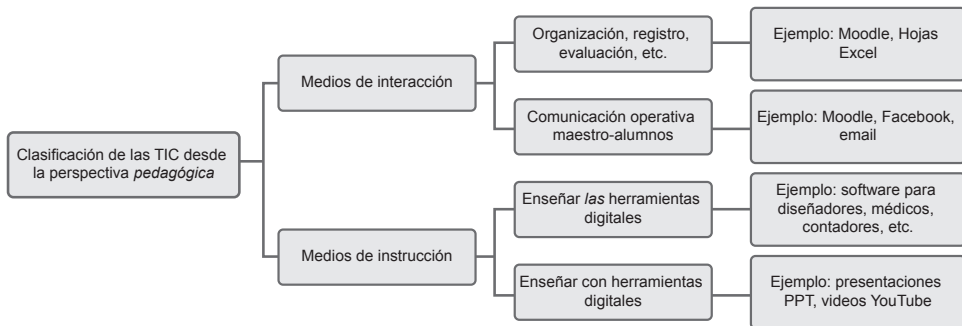
### Perspectiva pedagógica

Desde la perspectiva pedagógica, las NTD (y cualquier otra tecnología educativa) se subdividen en tres grandes categorías:

1. *Como ambientes para la enseñanza*: categoría en la que entran herramientas como las plataformas virtuales (Moodle, Blackboard), los blogs y grupos de Facebook, correo electrónico, o los repositorios virtuales (como Dropbox o Google Drive).
2. *Como herramientas de gestión e interacción*: es cuando las NTD se emplean para tareas de planeación, administración y evaluación de sus cursos, como llevar la lista del grupo, registrar tareas y actividades de evaluación, comunicar el programa y calendario de la materia, poner a su disposición las lecturas y materiales del curso. O bien cuando se utilizan como medio de interacción entre docente y alumnos. Tal es el caso de los muros, foros y mensajes en plataformas como Moodle o Blackboard, ambientes virtuales donde concurren profesores y estudiantes; se asignan y reciben tareas; se otorgan calificaciones, se agregan recursos (documentos, videos, etc.), y donde se realiza la comunicación a través de mensajes, foros o chat. En esta categoría entran también sitios web que los profesores utilizan para fines de organización, comunicación e interacción con los alumnos, por ejemplo, grupos de Facebook, blogs, Dropbox, e incluso el correo electrónico "tradicional".
3. *Como herramientas de instrucción*: aquí las NTD se utilizan directamente para impartir "lecciones" de los contenidos de enseñanza; para lo cual se usan medios diversos, ya sean presentaciones en Powerpoint, documentos en Word o PDF, hojas de cálculo Excel, videos, grabaciones de audio, foros, correo electrónico, e incluso sitios web de realidad virtual, como Second Life. En los enfoques de enseñanza por competencias o habilidades, los "contenidos" incluyen no sólo exposiciones de información y conceptos, sino también actividades a realizar o problemas por resolver. Estas lecciones se presentan directamente en el aula (con ayuda del cañón y unas bocinas), o bien publicarse en línea o subirse a un aula virtual institucional.

A su vez, vistas como herramientas de instrucción, las NTD se consideran desde dos ángulos: como medios y como fines de aprendizaje, pues, en algunos casos, las NTD son el contenido de la materia (ya sea enseñar software de programación en una clase de este tema, es el contenido de la materia; o enseñar edición de video en una clase de producción audiovisual es contenido de la materia), mientras que, en otros casos, las NTD son un *medio* para enseñar contenidos de la materia (por ejemplo, a redactar y organizar documentos usando un procesador de palabras en vez de lápiz y cuaderno; o enseñar conceptos de química apoyados en videos y software interactivo). El esquema 1 sintetiza esta clasificación:

## ESQUEMA 1. LAS TIC DESDE LA PERSPECTIVA PEDAGÓGICA



FUENTE: elaboración propia.

## Perspectiva del aprendizaje

Desde este ángulo, se observan las herramientas como apoyos para el fomento de procesos cognitivos en las siguientes etapas del aprendizaje académico:

- Interacción con problemas auténticos digitalizados.
- Acceso a conocimientos previos fundamentales.
- Acceso a medios que explican o que permiten indagar el conocimiento pertinente.
- Recursos para aprender a aprender.
- Medios que permiten la aplicación del conocimiento.
- Recursos para la reflexión respecto del conocimiento (Peñalosa, 2013).

Desde una perspectiva de aprendizaje, partimos de considerar que las NTD permitirían la presentación de problemas, casos, proyectos, dilemas y otras situaciones reales que, se ha demostrado, influyen determinantemente en el aprendizaje de los alumnos; al ser expuestos mediante multimedios a estas situaciones, los alumnos activarían su conocimiento previo mediante el acceso a información básica relevante; posteriormente, accederían a conjuntos más complejos de información, ya sea mediante la exposición con base en medios diversos, o bien a partir de un esfuerzo de investigación, con la ayuda de recursos digitales de búsqueda y acceso a la información pertinente.

Al tiempo que los alumnos acceden a la información, conviene que realicen actividades que les permitan desarrollar estrategias de aprendizaje, por ejemplo, la elaboración de mapas conceptuales, narrativas, mapas mentales, etc. En la ruta de consolidación del aprendizaje de un tema, los alumnos

debían tener la posibilidad de realizar prácticas o aplicar el conocimiento en tareas con apoyos digitales y, finalmente, ser observantes de procesos de reflexión mediante la publicación de un blog, un cartel, o de la exposición ante compañeros de la solución al problema inicial.

En todas las etapas del aprendizaje académico, estarían presentes diferentes herramientas digitales, que permitirían la transformación de la información en conocimiento pertinente.

Sin dar por concluido este esbozo taxonómico, ni considerar que los casos aquí expuestos son representativos de todas las categorías enunciadas, se identifican las siguientes experiencias de docentes de la unidad Cuajimalpa, ubicables en algunas de las categorías descritas:

1. *Simuladores como acercamiento a la práctica*: se describen herramientas que permiten al alumno participar en actividades profesionalmente relevantes, desde un acercamiento digital.
2. *Uso de herramientas de redes sociales para el aprendizaje participativo*: permiten el diseño y realización de actividades relevantes a los programas de estudio, gracias a la mediación tecnológica.
3. *Herramientas cognitivas*: permiten la visualización de procesos; la visualización de aspectos no accesibles a simple vista sin las tecnologías, como las moléculas o los análisis socioterritoriales.
4. *La programación como estrategia de aprendizaje universitario*: presenta las posibilidades que brindan las herramientas de programación para incentivar la participación de los alumnos con los contenidos de los programas de estudio.
5. *Expresión y diseño digital mediante la escritura multimodal*: narrativas autobiográficas de contenidos de aprendizaje por parte de alumnos, apoyados en herramientas digitales.
6. *Ambientes de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje*: se describe una plataforma para la conducción y seguimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la UAM-C, así como un repositorio (Dialecta) que permite almacenar y compartir objetos digitales diversos, con el objetivo de que se reutilicen.

Con lo antes expuesto, dejamos al lector este material de lectura, el cual constituye la primera muestra de casos de aplicación de las tecnologías, como apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje en la UAM Cuajimalpa. Quien esté interesado en estos temas, aquí encontrará las aplicaciones que por ahora se identifican, y con esto se destaca la importancia de dar a conocer los casos reseñados, además de extender el uso de este tipo de experiencias, las cuales constituyen formas de adopción de principios de

nuestro modelo educativo, con el fin de promover la calidad de los procesos implícitos en la docencia.

## Fuentes

- Castells, M. (2001). *La era de la información*, vol. I, *La sociedad red*. México: Siglo XXI.
- Cole, M. (1996). *Cultural Psychology: A Once and Future Discipline*. Cambridge: MA –London UK: Harvard University Press.
- Coll, C. y C. Monereo (2008). "Educación y aprendizaje en el siglo XXI: nuevas herramientas, nuevos escenarios y nuevas finalidades", en C. Coll y C. Monereo (eds.). *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las Tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid: Morata, pp. 19-53.
- Coll, C., T. Mauri y J. Onrubia (2008). "La utilización de las tecnologías de la información en la educación: del diseño tecnopedagógico a las prácticas de uso", en C. Coll y C. Monereo (eds.). *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid: Morata, pp. 74-103.
- Crovi, D. (2009). *Acceso, uso y apropiación de las TIC en comunidades académicas. Diagnóstico en la UNAM*. México: Plaza y Valdés-UNAM.
- Fresán, M. et al. (en prensa). *El modelo educativo de la UAM Cuajimalpa: 10 años de vida*. México: UAM C-Red para el Fortalecimiento a la Docencia.
- Hernández Z., G. (2015). "La metáfora de las TIC como herramientas educativas", *Revista Didac* (México: UIA), núm. 66 (julio-diciembre).
- Jonassen, D.E. e Y. Hoan Cho (2008). "Externalizing Mental Models with Mind Tols", en D. Ifenthaler, P. Pimay-Dummer y J.M. Spector (eds.), *Understanding Models for Learning and Instruction*. Nueva York: Springer, pp. 145-159.
- Nonaka, I. y H. Takeuchi (1995). *The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create The Dynamics of Innovation*. Nueva York: Oxford University Press.

Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2015). "Plan de Desarrollo Institucional 2012-2024 de la UAM-C", en <<http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/pdi/PDI%20Cuajimalpa%20290413.pdf>>, consultada en agosto de 2015.



# Ambientes de aprendizaje



# Ubicua y Dialecta, dos ambientes de apoyo a la docencia y a la innovación educativa en la UAM Cuajimalpa

Eduardo Peñalosa Castro\*  
Heriberto Zavaleta Morales\*\*

## Introducción

La creación de la Unidad Cuajimalpa de la UAM, en el año 2005, se caracterizó por un importante interés en la innovación, lo cual ha implicado, obligadamente, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las actividades académicas. Lo anterior ha generado un tránsito gradual hacia una situación de fomento del aprendizaje de los alumnos mediante la aplicación de tecnologías digitales.

El uso de una plataforma digital, como apoyo al trabajo docente en esta Unidad, está marcado originalmente por el uso del Entorno Virtual de Aprendizaje (Envia), una plataforma desarrollada por la Unidad Xochimilco de la UAM. Sin embargo, en un corto tiempo (finales de 2006), inició el uso de Moodle, plataforma que actualmente se conoce en la UAM Cuajimalpa como Aula Virtual. Esta migración constituyó un proceso natural en la búsqueda de herramientas mejor alineadas con las estrategias de docencia en Cuajimalpa.

A mediados de 2013, un grupo de especialistas de esta unidad realizó una revisión de distintas plataformas educativas, tanto comerciales como de software libre. Como resultado, se tomó la decisión de continuar utilizando la plataforma Moodle, pero con una adaptación que permita mejorar la calidad

---

\* Profesor-investigador, adscrito al Departamento de Ciencias de la Comunicación, UAM Cuajimalpa. C.e.: <eduardop@correo.cua.uam.mx>.

\*\* Responsable del Área de Educación a Distancia, adscrito a la Rectoría de la UAM Cuajimalpa. C.e.: <hzavalet@gmail.com>.

de esta herramienta y alinear su funcionamiento con las propuestas de docencia de la Unidad Cuajimalpa. El resultado de esta adaptación es la nueva plataforma que hoy nombramos Ubicua, nombre que surgió a partir de una propuesta realizada por un grupo de profesores de nuestra sede. Otro importante ambiente de trabajo en la unidad es Dialecta, una aplicación web desarrollada en Cuajimalpa, que almacena y permite la disponibilidad de materiales digitales de utilidad en los procesos académicos. Además, entre otras funciones, permite clasificarlos, comentar sus usos, calificarlos e incorporarlos en los cursos creados e impartidos a través de la plataforma Ubicua. Esto es, ambas herramientas están vinculadas, pues desde la plataforma es posible tener acceso y utilizar en cursos cualquier contenido del repositorio Dialecta.

De las diferentes herramientas y ambientes digitales —desarrollados o en proceso— para la unidad, el presente texto se centra en los dos ambientes de trabajo mencionados: Ubicua y Dialecta. Enseguida se describen ambos.

## La plataforma Ubicua

A partir de experiencias iniciales de la comunidad, en relación con la adopción de tecnologías para la innovación educativa y, con base en el trabajo realizado por una comisión de innovación educativa de la unidad, se consideró pertinente el desarrollo de una nueva plataforma educativa y un repositorio de materiales digitales de aprendizaje, entre otras herramientas relevantes para apoyar el trabajo docente. Para Ubicua, se definieron las siguientes características básicas iniciales:

1. Alinearse con el modelo educativo de la unidad y, en esa medida, permitir el acceso a materiales con calidad de medios, que permitan a los alumnos tener acceso a problemas, casos, proyectos, dilemas, etc., con la posibilidad de ejercitar habilidades de dicha aplicación para resolver estas situaciones a partir de la aplicación del conocimiento, a construir mediante la investigación y la colaboración, principalmente.
2. Contar con una clara usabilidad para el docente y para el alumno, en un entorno que se caracterice por la simplicidad operativa y el manejo sencillo e intuitivo de procedimientos.
3. Disponer de la capacidad de integración e interoperabilidad con las herramientas existentes en la unidad y con herramientas de terceros, de tal manera que se integren otras funcionalidades y contenidos, y que sea posible tener datos de su uso por parte de los alumnos.
4. Tener la facilidad de extender sus funcionalidades, para permitir su evolución, en función de nuevas necesidades de la unidad, lo que implica-

ría que se agreguen herramientas novedosas, y versiones recientes y actualizadas de las ya conocidas.

Con base en lo anterior y en los breves tiempos disponibles para la puesta en marcha de una novedosa plataforma educativa, se evaluaron las principales características funcionales y operativas de algunas de las más populares, tanto de software libre, como otras con licenciamiento comercial: Moodle, Dokeos, Sakai, Atutor o Blackboard. Los principales resultados obtenidos que orientaron la decisión de trabajar con la plataforma de software libre Moodle fueron

- a) El conjunto de funcionalidades disponibles al momento de la evaluación.
- b) La amplia lista de *plug-ins* disponibles y compatibles con herramientas de terceros.
- c) El conocimiento y la experiencia de la comunidad académica y estudiantil de la unidad en el uso de la misma.
- d) La flexibilidad para su adaptación, tanto por las tecnologías con las cuales está desarrollada, como la amplia documentación disponible en línea para este proceso.

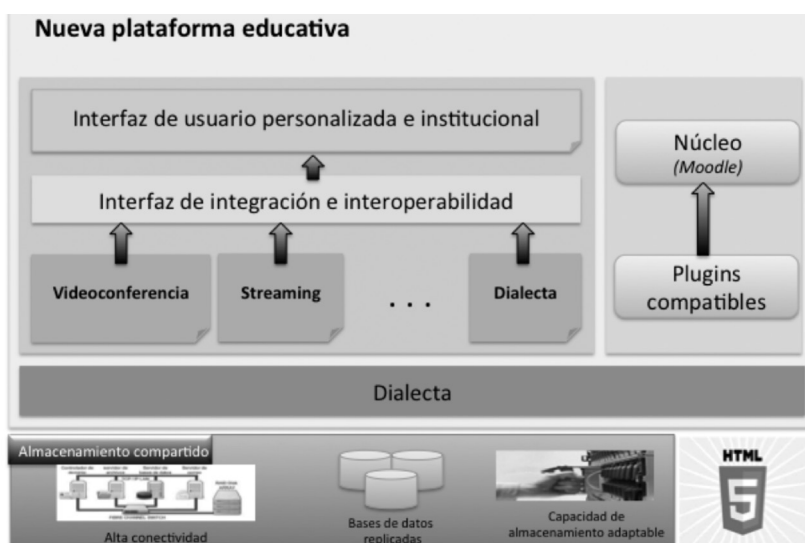
El diseño y características de la plataforma los avaló la mencionada comisión, conformada por académicos de la unidad, y con esto inició la adaptación de la nueva plataforma.

## Modelo conceptual de Ubicua

Con base en la identificación de necesidades en la nueva plataforma educativa de la UAM-C (Ubicua) y la decisión de realizar la adaptación de la plataforma Moodle, se generó un modelo conceptual, que se observa en la figura 1. Ubicua mantiene el núcleo de Moodle y la facilidad para incrementar sus funcionalidades a través *plug-ins* compatibles. Pero se incorpora una interfaz de usuario personalizada así como un conjunto de mecanismos y recursos tecnológicos que facilitan la inclusión de distintos componentes: sistemas de videoconferencia en tiempo real, de *streaming* y el repositorio de materiales digitales Dialecta, como elementos de desarrollo propio. También observamos que comparte con este último la infraestructura tecnológica que la soporta y los estándares tecnológicos de *HTML5* que le proporcionan compatibilidad con la mayoría de los dispositivos electrónicos actuales. La incorporación de la interfaz de usuario personalizada, pretende mantener la atención del estudiante centrada en el contenido y los recursos a su alcance.

Se minimizan los posibles distractores o se hace menos evidente su presencia; para el docente, el vínculo con Dialecta le permite disponer de los recursos empleados en la construcción de sus cursos en un espacio centralizado, reduciendo el tiempo que invierte en la administración de éstos en caso de no existir esta compatibilidad, al mismo tiempo que los difunde y los comparte con sus alumnos, colegas y público interesado. Éstos son sólo dos ejemplos de los beneficios esperados por la implementación del modelo propuesto.

FIGURA 1. MODELO CONCEPTUAL DE LA PLATAFORMA EDUCATIVA UBICUA



FUENTE: elaboración propia.

## Dimensiones de un modelo de plataforma

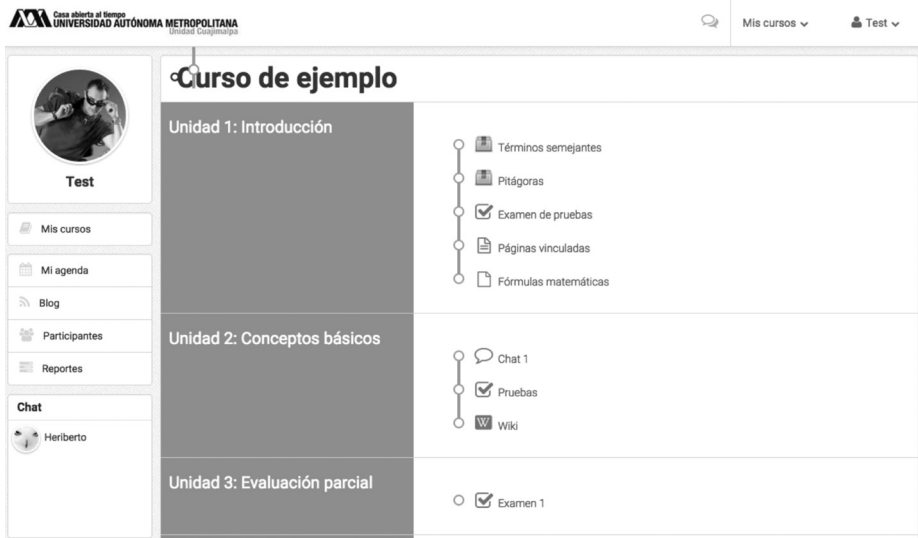
Con base en la literatura especializada, que describe las dimensiones de aprendizaje mediada por tecnologías, se pensó que la estructura de la nueva plataforma educativa de la Unidad Cuajimalpa debería incluir algunas de las siguientes características.

### *Usabilidad gráfica y cognitiva*

La nueva plataforma incorpora elementos de usabilidad que permiten al docente o al alumno interactuar fácilmente en este ambiente. En la figura 2, se observa que el estudiante tiene acceso a los elementos de su curso con

un mínimo de distractores. Se reduce la sobrecarga cognitiva que, de manera tradicional, proveen las distintas plantillas disponibles en la plataforma Moodle y se focaliza la atención del usuario en los elementos importantes de un material o recurso disponible a través de la nueva plataforma (Miller, 1956; Sweller, 1988).

FIGURA 2. INTERFAZ SIMPLE Y CENTRADA EN EL CONTENIDO



### *Interactividad de materiales*

La interactividad es vista como la posibilidad de completar ciclos de mensajes con materiales de aprendizaje. Como mero ejemplo, la figura 3 muestra uno de los temas desarrollados para esta plataforma, para un curso de alta reprobación: Taller de matemáticas; se muestra la representación gráfica del uso de la parábola.

El material tiene una estructura de cuatro etapas: introducción, desarrollo del tema, ejercicios interactivos y evaluación de los temas desarrollados en aquél. La interactividad de los materiales, la estructura con la que se diseñaron y su integración con la nueva plataforma permiten a los usuarios desplegar procesos de autoaprendizaje y autoevaluación, logrando así liberar el tiempo de acompañamiento del alumno en su proceso de aprendizaje (Peñalosa y Castañeda, 2010).

FIGURA 3. INCORPORACIÓN DE MATERIALES INTERACTIVOS Y DE AUTOAPRENDIZAJE

The screenshot shows a Moodle course page for 'Universidad Autónoma Metropolitana'. The course is titled 'Intersección de una parábola vertical con las ordenadas'. The main content area contains the following text:

Avanza en la explicación de cómo encontrar las coordenadas del punto de intersección de una parábola vertical con las ordenadas mediante el botón 'Siguiente', o retrocede con 'Anterior'. Una vez visitada la explicación, observa, como te indica el interactivo, el papel de los diferentes parámetros en la determinación del punto de intersección.

Below the text, there are three interactive sliders for parameters:  $a = \frac{\Delta}{\nabla} 0.5$ ,  $b = \frac{\Delta}{\nabla} 0.5$ , and  $c = \frac{\Delta}{\nabla} -2$ . To the right, the general equation of a parabola is shown:  $y = ax^2 + bx + c = 0.5x^2 + 0.5x - 2$ . Below the equation is a coordinate grid with a parabola plotted. A 'Siguiente' button is located below the grid.

At the bottom of the content area, there is a paragraph explaining the interactive resource:

En el recurso interactivo se mostró cómo la coordenada vertical del punto de intersección de una parábola vertical con las ordenadas se puede encontrar tanto a partir de la forma ordinaria como de la forma general de la función de la parábola. Como viste, de la forma ordinaria, este valor será  $\frac{h^2}{4p} + k$ , y de la desarrollada será simplemente  $c$ . Y de este análisis puedes notar también que el parámetro  $c$  de la forma desarrollada es simplemente  $\frac{h^2}{4p} + k$  de la forma ordinaria.

### Riqueza de medios

Esta dimensión está asociada directamente con los recursos y materiales, más que con la plataforma; sin embargo, las facilidades técnicas y de usabilidad de la nueva plataforma son los que permiten que en los materiales, recursos y actividades sea posible incorporar riqueza de medios: audio, video, imagen, elementos interactivos, videoconferencia; otorgando así ventajas significativas para los usuarios. La interoperabilidad de Ubicua con Dialecta la observamos en la figura 4, donde se aprecia un recurso publicado en Dialecta, que se ha incorporado dentro de un curso en Ubicua, y al mismo tiempo se muestra la capacidad de incluir multimedia como parte de los contenidos en Ubicua. Se aprovechan los dos canales cognitivos para el aprendizaje: pictórico y verbal, con sus modalidades variantes (video, animaciones, texto, voz), lo que se ha demostrado es que incrementa la calidad del aprendizaje (Mayer, 2001).



FIGURA 4. RIQUEZA DE MEDIOS EN UBICUA



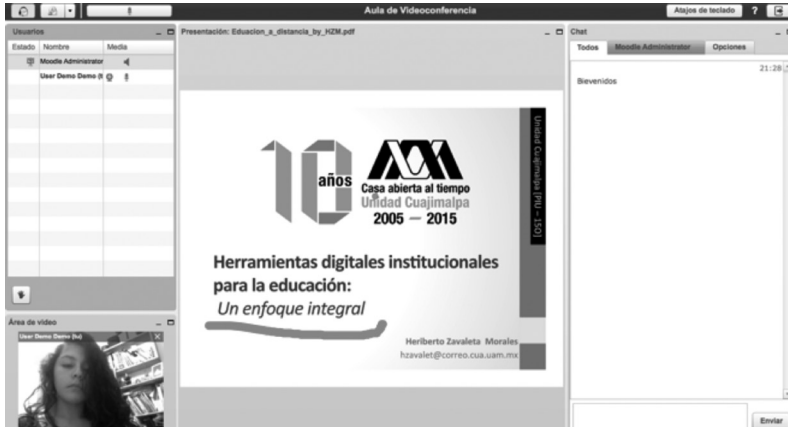
### *Autoeficacia computacional*

La conjugación de las bondades nativas de la nueva plataforma —usabilidad, eficiencia, compatibilidad con nuevas tecnologías, adaptabilidad a nuevos entornos, etc.— y la implementación total o parcial de las dimensiones enunciadas hacen posible que el usuario domine los procedimientos de manejo de esta herramienta, y en tanto desarrolle una autoeficacia computacional, con las ventajas operativas que esto conlleva en la ejecución de las tareas en la plataforma educativa y con la consecuente asimilación de conocimientos a través de la misma (Murphy, Coover y Owen, 1989; Compeau e Higgins, 1995).

### *Sentido de presencia*

Implica que los usuarios sientan que están ahí donde se dan las actividades de aprendizaje, con la disponibilidad de espacios comunes, como foros de discusión, salas virtuales de videoconferencia en tiempo real, como se muestra en la figura 5, espacios donde se observan trabajos de los compañeros, donde se convive con otros, dada la disponibilidad de medios de comunicación audiovisual, lo que hace que los usuarios se sientan parte de un grupo, incluidos en actividades, que participen en interacciones, mediante la co-construcción de trabajos (Lehman y Conceição, 2010).

FIGURA 5. ESPACIOS COMUNES DE INTERACCIÓN



Cada una de las dimensiones ya descritas se ha adaptado total o parcialmente en Ubicua, conjuntando así los esfuerzos institucionales que promueven e incentivan el uso de las TIC en la docencia y el apoyo a ideas innovadoras en el uso de las TIC, con el modelo educativo de la UAM-C.

## El repositorio Dialecta

Un repositorio web de materiales de aprendizaje es una colección de objetos digitales. Heery y Anderson (2005) indican que existen muchos significados de este concepto. El repositorio puede ser de información institucional, temático, de documentos, de datos, de objetos de aprendizaje, entre otros.

FIGURA 6. PANTALLA PRINCIPAL DE DIALECTA



Dialecta (<<http://dialecta.cua.uam.mx>>) es un repositorio de recursos académicos digitales web, que permite difundir, compartir, usar y reutilizar los recursos como apoyo a las actividades académicas en la UAM Cuajimalpa. Su diseño se basa en un principio de *simplicidad operativa*, que se refiere a una interfaz con el mínimo de elementos, pero con importantes capacidades funcionales y operacionales.

En la figura 6, observamos la sencillez de su interfaz, con unos cuantos elementos —cuadros de texto, barra de menú, lista de recursos de acceso rápido, menú de navegación—, que otorgan la suficiente interacción al usuario para buscar, reproducir, colaborar, comentar, almacenar, clasificar y publicar sus recursos, así como los de los demás usuarios.

## Modelo conceptual

El modelo conceptual de Dialecta está conformado por un conjunto de capas apiladas e interrelacionadas, además de una transversal, que define elementos y características comunes en todas las capas: tecnologías de desarrollo, mecanismos de compatibilidad y aseguramiento de la información.

FIGURA 7. MODELO CONCEPTUAL DE DIALECTA



FUENTE: elaboración propia.

La figura 7 muestra este modelo conceptual: aquí se observa la capa inferior del modelo —almacenamiento compartido—, la cual otorga a esta aplicación la capacidad para cubrir adecuadamente las necesidades de almacenamiento

físico y lógico. Se sustenta tecnológicamente en una red de alto desempeño y en el establecimiento de esquemas de respaldo y replicación de datos. Con lo anterior, se quiere asegurar una mayor disponibilidad de los servicios, reduciendo los tiempos de acceso a los datos y optimizando el proceso de recuperación ante alguna contingencia.

En su capa intermedia —colaboración e interacción—, el modelo define el núcleo del funcionamiento de Dialecta, encapsulando los procesos de gestión de usuarios y recursos, búsqueda optimizada, perfilado de usuarios, difusión y colaboración; componentes que brindan características únicas a Dialecta.

En la capa superior, encontramos la interfaz con el usuario, quien define los estándares tecnológicos actuales que aseguran su compatibilidad con los dispositivos electrónicos modernos, a través de una interfaz sencilla y de fácil aprendizaje.

En la capa transversal de este modelo, confluyen las tecnologías y procedimientos, a través de los cuales Dialecta es accesible desde cualquier dispositivo, enfatizando su disponibilidad y el aseguramiento de la información que alberga.

## Metodología

Conviene mencionar que los ambientes de aprendizaje descritos forman parte de un conjunto de elementos que incluye otras herramientas; sin embargo, Dialecta y Ubicua son muy importantes al formar parte de un ambiente digital básico en la unidad, que está relacionado con otras piezas de software, contenidos interactivos, cursos y otros objetos digitales.

Los pasos que se han seguido como parte del fomento del uso de estas herramientas, que esporádicamente conducirán a su adopción en la comunidad de usuarios de la UAM Cuajimalpa, se resumen como se indica a continuación:

1. *Análisis y desarrollo.* En estas etapas, un grupo de especialistas de la Unidad, del área de educación a distancia, se dieron a la tarea de interactuar con la Comisión de Innovación Educativa y Apropiación Tecnológica, y realizar la propuesta de ambos ambientes. Una vez definidos sus requerimientos y alcances, se procedió al desarrollo. Las dimensiones y el diseño conceptual antes descritos constituyeron la base para el desarrollo y la adaptación de estas herramientas.

2. *Divulgación.* El uso de los medios electrónicos, como Facebook, el portal y los correos electrónicos institucionales, son algunos de los mecanismos de mayor impacto en este sentido. De manera presencial, se realizan foros de exposición para dar a conocer las distintas herramientas disponibles a la fecha. Estas presentaciones se concibieron para crear o incrementar el interés por el uso estas herramientas entre la comunidad e incentivar su uso y apropiación.
3. *Cursos y asesorías.* Se han impartido cursos a docentes y alumnos con el objetivo de familiarizarlos con la nueva interfaz de Ubicua y Dialecta, y que éstos aprovechen los recursos y las ventajas que les proporcionan. Al mismo tiempo, los cursos se diseñaron para despertar el interés por conocer y usar las herramientas institucionales al interactuar directamente con éstas.

Cada una de las herramientas institucionales han sido adaptadas o implementadas en la UAM-C; arquitectónicamente disponen de mecanismos para su integración con las herramientas existentes, además de que quedan abiertas para herramientas de futura implementación.

Como ejemplo de lo anterior, Dialecta se integra transparentemente con Ubicua, la plataforma educativa de la UAM Cuajimalpa, permitiendo que los usuarios de ésta accedan a los recursos disponibles en la primera integración (que se describe más adelante).

## Aplicaciones iniciales de los ambientes Ubicua y Dialecta

Ubicua, como eje integrador de las herramientas digitales institucionales, ha sido empleada como un prototipo en diversos cursos. Previo a ello, como parte del Diplomado en Docencia Universitaria ofertado en la unidad, se impartió un curso que contemplaba el uso y familiarización tanto de Dialecta como de Ubicua.

Con la inscripción de aproximadamente el 14 por ciento de la planta docente de la unidad, sentó las bases para su implementación en los cursos normales de los diversos programas educativos. Como resultado, casi una tercera parte de los profesores participantes optaron por emplear la nueva plataforma educativa como apoyo para sus cursos presenciales. Al mismo tiempo, dentro del programa de apoyo para la UEA con alta reprobación, se incorporó a un nuevo grupo de profesores, implementando cuatro cursos de dicho programa, que se impartieron a través de Ubicua, incorporando en su mayoría recursos provenientes de Dialecta y otros.

De esta manera, cabe reiterar que la difusión de las herramientas se ha realizado a través de diversas actividades: cursos, exposiciones, medios electrónicos, etc. La situación actual de este proceso aún se considera inicial, pero los resultados obtenidos hasta ahora indican que el comienzo ha sido satisfactorio y se ha motivado gradualmente a nuevos miembros de la UAM-C en el uso y apropiación de estas herramientas.

Distintos grupos de académicos de nuestra unidad se han involucrado y han participado activamente estando presentes en el proceso de conceptualización, implementación, difusión, prueba, uso y apropiación de estos proyectos. Algunos académicos han tenido la visión e intención de compartir y difundir libremente sus materiales y productos para la docencia institucional.

## Resultados

Los resultados asociados con el desarrollo y adaptación de las herramientas digitales en la UAM Cuajimalpa se analizan desde distintos ángulos.

### *Apropiación de las herramientas*

Grupos de profesores de nuestra unidad han comenzado a utilizar las distintas herramientas disponibles como apoyo a sus actividades de docencia. De igual manera, han adaptado su uso como herramientas de colaboración para la construcción colectiva de documentos y para el trimestre 15-O (otoño de 2015), se incorporarán nuevos profesores en el uso de las distintas herramientas.

### *Integración entre las herramientas actuales*

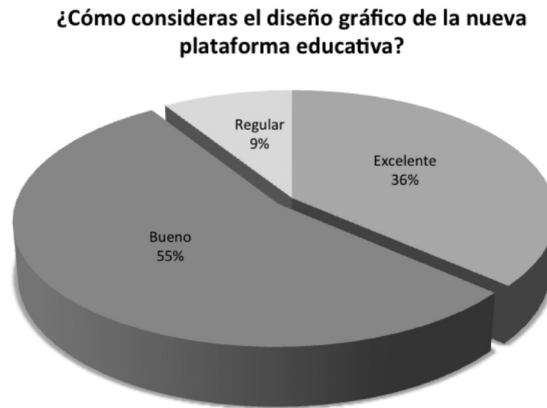
Dialecta crece de manera constante en la cantidad de recursos que alberga, por lo tanto, su uso, a través de la plataforma educativa, se intensifica. La facilidad con la que los recursos albergados en Dialecta pueden ser consultados y con acceso desde la plataforma y la visualización del resultado, tiene como consecuencia una mayor aceptación de dicha combinación.

### *Evaluación del uso de Ubicua*

En una encuesta realizada casi al 50 por ciento de los estudiantes en los grupos piloto de la unidad, quienes emplearon en sus cursos la plataforma Ubicua, encontramos que la interfaz en la nueva plataforma parece adecuada, ya que más del 80 por ciento de los entrevistados no tuvo problemas para adaptarse a la nueva interfaz, o lo hicieron con poca dificultad.

La figura 8 muestra este resultado, lo cual sugeriría que la curva de aprendizaje de la nueva plataforma sería corta, una vez que se libere en su totalidad a la comunidad Cuajimalpa y que los elementos de usabilidad integrados en su interfaz en su mayoría sean adecuados.

FIGURA 8. PROCESO DE ADAPTACIÓN A LA INTERFAZ DE UBICUA

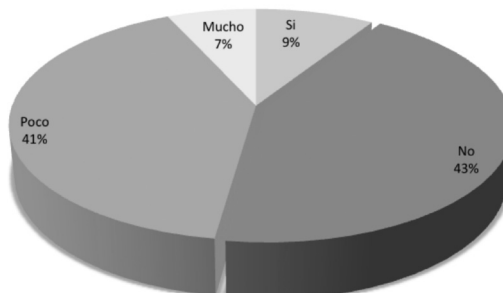


FUENTE: elaboración propia.

Entre las adaptaciones importantes realizadas a Ubicua, se halla el diseño de su interfaz, elemento que se vincula con su usabilidad y cuyo elemento distintivo es minimizar la sobrecarga cognitiva que, de manera natural, nos presenta la plataforma Moodle. Como se advierte en la figura 8, más del 90 por ciento de los usuarios considera bueno y excelente el diseño gráfico de la plataforma Ubicua.

FIGURA 9. PERCEPCIÓN DEL DISEÑO GRÁFICO DE UBICUA

**¿Te costó trabajo adaptarte a la nueva interfaz de la plataforma educativa?**



FUENTE: elaboración propia.

Lo anterior, aunado a la facilidad de adaptación a la nueva interfaz mostrada por los grupos piloto, pone en perspectiva una rápida aceptación de Ubicua por parte de los alumnos de la UAM Cuajimalpa.

Cabe destacar que se encuentra en proceso la evaluación del impacto de estas herramientas en el aprendizaje de los alumnos en cursos instrumentados con éstas. Esta medición se prepara actualmente y será comunicada con oportunidad.

## Conclusiones

La sede Cuajimalpa realiza esfuerzos en su búsqueda constante de la innovación, la calidad y la eficiencia en las actividades sustantivas de la universidad. Apegada a su modelo educativo, construye, adapta e integra herramientas digitales que soportan y apoyan sus actividades académicas.

La interoperabilidad entre las herramientas digitales permitirá sumar las cualidades de cada cual para proporcionar al docente y al alumno ventajas conjuntas que faciliten sus actividades académicas.

Entre los objetivos principales del uso y apropiación de las TIC en la sede Cuajimalpa, sobresale la intención de apoyar a docentes que generan, comparten y reutilizan contenidos. Así, es el docente quien, a través de su experiencia, conocimiento y capacidad, generará elementos que enriquezcan el acervo de recursos libres y disponibles en la unidad, que apoyan la docencia y la divulgación del trabajo académico institucional.

Los casos de Ubicua y Dialecta son ejemplos de ambientes que, aunados a otros recursos desarrollados internamente, o bien recuperados del arsenal disponible en las redes abiertas, harán posible el trabajo de innovación docente que se busca, en concordancia con el modelo educativo de la UAM Cuajimalpa.

Los resultados inicialmente obtenidos en la aplicación y puesta en marcha de Ubicua y Dialecta obligan a la UAM Cuajimalpa a mantener en constante evolución y adaptación las herramientas digitales institucionales, así como continuar con la conceptualización y ejecución de nuevas herramientas que coadyuven en los esfuerzos de sus docentes para elevar la calidad de la enseñanza en nuestra unidad.



## Fuentes

- Compeau, D.R. y D.R. Higgins (1995). "Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test", *MIS Quarterly*, vol. 19, núm. 2 (junio): 189-211.
- Heery, R. (2005). "Digital Repositories Review. Joint Information Committee". University of Bath. en [http://www.jisc.ac.uk/uploaded\\_documents/digital-repositories-review-2005.pdf](http://www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/digital-repositories-review-2005.pdf), consultada en septiembre de 2015
- Lehman, R.M. y S.C. Conceição (2010). *Creating a Sense of Presence in Online Teaching: How To "Be There" for Distance Learners*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Miller, G.A. (1956). "The Magic Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity to Process Information", *Psychological Review*, vol. 63, núm. 2: 81-97.
- Murphy, C., D. Coover y S.V. Owen (1989). "Development and Validation of the Computer Self-Efficacy Scale", *Educational and Psychological Measurement*, núm. 49: 893-899.
- Peñalosa, E. y S. Castañeda (2010). "Análisis cuantitativo de los efectos de las modalidades interactivas en el aprendizaje en línea", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 15, núm. 47: 1181-1222.
- Sweller, J. (1988). "Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning", *Cognitive Science*, vol. 12, núm. 2: 257-285.



# Herramientas de inmersión



# Las TIC en la universidad. Los simuladores de gestión en la formación de administradores

Esther Morales Franco\*

## Introducción

Uno de los problemas fundamentales en la educación superior radica en la carencia en cuanto a crear experiencias concretas, con el objetivo de fortalecer el proceso de aprendizaje de los alumnos universitarios. Si bien algunos planes y programas de estudio, por su naturaleza, posibilitan la realización de prácticas específicas que permiten a los alumnos progresar en su aprendizaje, éstas, en la mayoría de los casos, refieren a experiencias que se realizan en contextos segmentados, lo que complica el proceso de aprendizaje en la sociedad actual. Ante esta problemática, las tecnologías de la información y comunicación (TIC), así como los simuladores o ambientes de inmersión, constituyen una opción para la construcción de experiencias que potencien el aprendizaje integral. Presentamos el caso de los simuladores de gestión como herramienta educativa en diversos programas del plan de estudios de Administración.

Este trabajo está organizado en tres apartados: en el primero se realiza el análisis sobre la formación universitaria y el desarrollo de las TIC, en donde se integran discusiones en torno al paradigma educativo, la integración y apropiación de las TIC en los espacios universitarios, los nuevos perfiles de alumnos y profesores en el contexto digital, así como la nueva concepción del aprendizaje mediado por las TIC. En el segundo se exponen los retos que impone la inclusión de las TIC en el mundo actual y, en particular, en el campo laboral de los futuros administradores. Finalmente, en el tercer apartado, se presenta el caso de la implementación de un simulador de gestión como herramienta de las TIC en la formación de administradores. Se contextualiza

---

\* Profesora-investigadora, adscrita al Departamento de Estudios Institucionales de la UAM Cuajimalpa. C.e.: <emorales@correo.cua.uam.mx>.

el plan de estudio, los objetivos que se persiguen y la propuesta pedagógica que se implementa. Concluimos este escrito con las reflexiones.

## La formación universitaria y las TIC

La formación universitaria tiene una trascendencia fundamental en toda sociedad. La definición del perfil profesional es el primer paso para satisfacer los requerimientos de la sociedad y del sector empleador. El perfil del profesionalista ha de cumplir con una cualidad fundamental: anticipar y buscar los requerimientos del futuro que enfrentará el egresado. La construcción de este perfil se desarrolla a través del diseño de planes y programas de estudio basados en un modelo educativo específico que permita el aprovechamiento de un cuerpo académico reconocido, con el apoyo de diversos instrumentos y tecnologías en materia educativa, así como el apoyo administrativo y logístico institucional. Así, la esencia de la formación universitaria es construir una línea de acción transformadora de la sociedad, a través de la vinculación de los egresados universitarios en los diferentes entornos sociales, productivos y políticos.

Sin embargo, los acelerados cambios estructurales y dinamismo de nuestras sociedades imponen un nuevo reto a la universidad actual: cambiar más rápido que los entornos sociales y laborales. De la diversidad de fenómenos que potencian estos cambios, uno resalta por su impacto y profundidad, tanto en el ámbito productivo, como en el educativo, se trata de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Según observa Édgar Tello:

Las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) es un término que contempla toda forma de tecnología usada para crear, almacenar, intercambiar y procesar información en sus varias formas, tales como datos, conversaciones de voz, imágenes fijas o en movimiento, presentaciones multimedia y otras formas. En particular, las TIC están íntimamente relacionadas con computadoras, software y telecomunicaciones. Su objetivo principal es la mejora y el soporte a los procesos de operación y negocios para incrementar la competitividad y productividad de las personas y organizaciones en el tratamiento de cualquier tipo de información. Así, la llegada de las TIC y el subsiguiente proceso de digitalización han transformado el mundo (Tello, 2008: 3).

Las TIC son un grupo de tecnologías evolutivas y muy dinámicas que, cada vez con mayor fluidez, penetran en todos los ámbitos sociales; por consiguiente, potencian el cambio de paradigma que caracteriza al siglo XXI.<sup>1</sup> En

<sup>1</sup> Según Manuel Castells (1998), la sociedad que empezamos llamando posindustrial, se ha convertido en sociedad informacional: "Esta transformación no sólo responde a la revolución

el caso del sector educativo, particularmente en la formación universitaria, obliga a reflexionar sobre tres aspectos fundamentales: integración y apropiación institucional de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, nuevos perfiles de alumnos y planta docente, además de la brecha digital en el mundo laboral.

## Integración y apropiación institucional de las TIC

La integración y apropiación institucional de las TIC en la universidad deben considerarse complejos procesos que impactan profundamente; no confundirlos con una gestión de cambio tecnológico ajena a la función sustantiva de la universidad. En este sentido, cabe señalar que ya en los años noventa, con el inicio de Internet, Bates (1993) identificó algunos de los factores que motivaron la incorporación de las TIC en las universidades: potencial pedagógico, facilidad de manejo por parte de profesores y alumnos, la creciente presión social para la incorporación de dichas tecnologías, la superación de las limitaciones espacio-temporales de la docencia presencial y las nuevas oportunidades que proporciona un espacio universitario global.

Cabe aclarar que la integración de las TIC en los procesos formativos no implica simplemente la incorporación de recursos tecnológicos. Incorporar herramientas tecnológicas sin plantearse previamente por qué se necesitan, para qué se usarán y qué objetivos se desea conseguir con éstas, sería inútil, incluso traería resultados contraproducentes. Para que una tecnología cumpla el objetivo para el cual fue incorporada, su implementación debe estar respaldada por una planificación sistemática en el marco del proyecto educativo de la institución y en función de la mejora de la calidad educativa (Lugo, 2013: 86).

A casi cinco lustros de la publicación de Bates, los resultados han sido diversos y son objeto de debates desde diferentes perspectivas. Resaltan las opiniones críticas que señalan que el balance a nivel mundial en buena parte de estas experiencias no ha pasado de un estado incipiente, con un impacto escaso o marginal en sus instituciones y, en algunos casos, además, con costos económicos elevados (Sigalés, 2004; SITEAL, 2014). Una explicación de estos resultados remite a las condiciones macroestructurales en las que están inmersas las universidades, lo que favorece que sean los países desarrollados los únicos con mayores posibilidades de éxito.

---

tecnológica, sino también a la interacción de ésta con los procesos de reestructuración del estatismo y del capitalismo, y con el florecimiento de movimientos sociales y culturales como el antiautoritarismo, la defensa de los derechos humanos, el feminismo y el ecologismo" (Castells, 1998.)

Sobre las experiencias fallidas, destacan los análisis que plantean la necesaria adopción de un cambio de paradigma en la formación universitaria.<sup>2</sup> Abandonar el paradigma del siglo XX, centrado en la enseñanza, basado en el protagonismo del docente frente a alumnos pasivos, receptores del conocimiento, exige reconocer al alumnado como protagonista del proceso educativo que construye sus saberes, pero que, además, desarrolla habilidades que le permitirán constituirse como sujeto activo que aprende a aprender. Se trata de apropiarse del paradigma centrado en el aprendizaje, algunos investigadores han nombrado al XXI como “el siglo del aprendizaje” (Pimienta, 2013).

Este cambio de paradigma implica nuevos retos para la universidad. Pasar de la integración a la apropiación de las TIC depende, precisamente, de la integración interrelacionada entre el aprendizaje escolar y las TIC, desde tres tipos de habilidades: cognitivas, curriculares y digitales (Sunkel, Trucco y Espejo, 2013). En este sentido, los contextos universitarios deben asegurar su promoción permanente, lo que implica sistematizar su análisis en el ámbito de las interacciones. Para ello es necesario la integración de las TIC en el plan de estudios, el desarrollo profesional docente y el aprendizaje de los alumnos.

## Nativos e inmigrantes digitales

Al asumir el paradigma centrado en el aprendizaje, la pregunta pertinente sería, ¿se conoce el perfil del estudiante que aprende? A esta pregunta, Prensky (2001) propone reconocer que los alumnos del siglo XXI piensan y procesan la información de modo significativamente distinto a sus predecesores. Expone que en el siglo XXI existen dos generaciones diferenciadas por el uso de las TIC: “nativos digitales” e “inmigrantes digitales”.

Concibe el término “nativos digitales” para describir el perfil del actual estudiante universitario rodeado de diferentes tipos de TIC (Internet, correo electrónico, ordenadores, videojuegos, música digital, telefonía móvil, etc.), aspecto permanente y que, con su desarrollo y propagación en su vida cotidiana, va definiendo un nuevo tipo de destrezas en el manejo y utilización de las TIC. El caso del concepto “inmigrantes digitales” se refiere a quienes

---

<sup>2</sup> Una visión interesante es concebir a las organizaciones escolares como “escuelas que aprenden”, concepto propuesto por Miguel Ángel Santos Guerra. Al integrar ocho principios en su operación: 1) la escuela tiene que saber si se están consiguiendo los objetivos propuestos; 2) eficacia; 3) responsabilidad; 4) profesionalidad; 5) perfectibilidad; 6) colegialidad; 7) ejemplaridad y 8) felicidad. A partir de estos objetivos, toda escuela debe aprender “el contexto digital, que presenta el conocimiento en nuevas y multiplicadas formas, contexto lleno de potencialidades educativas y de peligros nuevos” (Santos, 2015).



no han vivido tan intensamente esa avalancha de las TIC, pero que están obligados a ponerse al día. Para ellos, este proceso de aprendizaje y adaptación al entorno y ambiente de las TIC no es homogéneo, aunque comparten una característica fundamental: tienen siempre una conexión con el pasado.

En el proceso educativo, estas diferencias plantean un problema fundamental que no debe soslayarse: una ruptura, un desfase, una brecha digital y generacional. En otras palabras, surgen asimetrías de naturaleza ontológica entre alumnos y profesores en el proceso educativo, por ejemplo:

A los profesores —inmigrantes digitales— los alumnos que llenan sus aulas crecieron “a la velocidad de la contracción nerviosa” de los juegos y de MTV (canal temático de música). Utilizan instantáneamente el hipertexto, descargan música, telefonan desde dispositivos de bolsillo, consultan la biblioteca instalada en sus ordenadores portátiles, intercambian mensajes y chatean de forma inmediata. Es decir, trabajan en red siempre.

De ahí que a los estudiantes actuales les impacienten y cansen las conferencias, así como la lógica del aprender “paso a paso” y la instrucción que está cimentada en “pruebas de valoración”. Los inmigrantes digitales, por el contrario, piensan que los métodos por los que ellos aprendieron no están obsoletos, sino que los que empiezan su formación rechazan el esfuerzo y la seriedad, como también les ocurrió a ellos cuando se iniciaban. Habituarlos a los métodos tradicionales, pues, sólo sería cuestión de tiempo y voluntad, más que de intentar hablar la misma “lengua” tecnológica (Prensky, 2001: 7).

Al reconocer esta distancia, se impone una reconsideración urgente de métodos pedagógicos y objetivos de contenidos en los programas de estudio. De tal forma que los profesores inmigrantes digitales deberán:

Aprender a comunicarse con sus estudiantes a través de una lengua y de un estilo común. Ello no significa cambiar el significado de lo importante, de lo trascendente, ni tampoco implica fijar otras habilidades distintas. Significa abandonar el “paso a paso” por el “ir más rápido”; implica profundizar más, pero siempre en paralelo, implica acceder desde y bajo el azar, etc. (Prensky, 2001: 8).

En lo que respecta a los contenidos, Prensky (2001) sugiere la combinación de lo que él denomina “dos tipos de contenido”: primero, los de herencia de la modernidad y que se ubican en la lectura, escritura, matemáticas, pensamiento lógico; segundo, los de futuro, que incluyen lo digital y lo tecnológico —aquí se ubican la integración de software, hardware, robótica, nanotecnología, y otros— y los nuevos planteamientos de naturaleza ética, política, sociológicos, etcétera.

En suma, disminuir la brecha entre nativos e inmigrantes digitales está directamente relacionado con la apropiación de un modelo educativo diferente y con un entorno institucional que posibilite la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La apropiación de un modelo educativo por parte de los docentes es un asunto sumamente complejo, que incluye el cambio generacional de la planta docente, la definición de un modelo educativo institucional, los procesos de evaluación docente, entre otros factores igualmente importantes. Sin embargo, el punto de partida fundamental es que los profesores inmigrantes digitales se convenzan de que está a su alcance el cumplimiento de los objetivos de sus respectivas materias, a partir de la apropiación de este nuevo paradigma con la mediación de las TIC.

Un primer paso constituye reconocer el cambio de paradigma que configura el proceso educativo y mencionado en párrafos anteriores: “el siglo XXI es el siglo del aprendizaje”; segundo, el entorno institucional debe establecer los mecanismos necesarios que permitan pasar de la integración a la apropiación de las TIC, lo que implicaría transitar a la formación mediada por éstas.

## La formación profesional universitaria mediada por las TIC

El paradigma de la formación centrada en el aprendizaje propone cambios fundamentales en la concepción de éste en sus diferentes dimensiones, expresiones, formas y requerimientos. Peñalosa (2013) identifica seis fundamentos específicos que caracterizan el aprendizaje mediado por las TIC:

Modelo general para identificar los fundamentos del uso de las TIC en la actividad docente:

1. *El aprendizaje es un proceso constructivo, intencional, distribuido, situado y estratégico.*
2. *El aprendizaje se desarrolla en entornos mixtos.* Incluye situaciones de enseñanza tradicional conducida por un profesor en un salón de clases, actividades sincrónicas en línea, programas de autoestudio al ritmo del estudiante o sistemas de soporte al desempeño.
3. *El aprendizaje se basa en el desarrollo de pericia.* Refiere a la identificación del nivel de experiencia de los estudiantes, en su calidad de novatos o expertos en el tema. Para ello se proponen tres dimensiones: estructura de conocimientos, representación de problemas y eficiencia procedimental. La distinción se basa en la profundidad y estructuración del conocimiento,

reconocimiento de patrones, niveles de memoria para información de su dominio, conciencia de sus saberes y sus atrasos y, finalmente, de la velocidad y precisión de las ejecuciones.

4. *La interactividad es un elemento central para el aprendizaje.* Refiere al diálogo, discurso o evento entre dos o más participantes y objetos teniendo a la tecnología como interfaz. La interacción difiere de la interactividad, pues esta última describe la forma, la función y el efecto de las interacciones en la enseñanza y el aprendizaje.
5. *El desarrollo de autonomía (o autorregulación) del estudiante,* conforme a la progresión entre tres fases propuestas por Glaser (1996): 1. Apoyo externo; 2. Transición y 3. Autorregulación. El docente debe identificar en qué etapa se encuentran los estudiantes y ofrecerles condiciones para que desarrollen formas autónomas de desempeño. El uso de las TIC complejas supone dificultades especiales y, en consecuencia, requieren del dominio de habilidades de autonomía, como el planteamiento de metas, la revisión periódica, la valoración de su cumplimiento, el monitoreo del propio aprovechamiento y de la planeación y ejecución de acciones.
6. *Un diseño instruccional sólido de la enseñanza,* el cual se refiere a la condición fundamental para obtener resultados. Debe comprender: 1. propuesta de actividades que planteen retos en contextos auténticos, familiares y significativos, y que requieran una solución basada en el uso de conocimiento; 2. diseñar y presentar organizadores previos en momentos iniciales del proceso para inducir o recordar estructuras básicas de conocimiento; 3. propiciar la construcción de modelos de conocimiento mediante acceso a recursos, realización de estrategias de aprendizaje y la aplicación de este conocimiento ante los ejercicios y retos; 4. establecer oportunidades para que el estudiante reflexione respecto de lo aprendido, exponga sus soluciones ante grupos y defienda su propuesta, o bien, que utilice el conocimiento nuevo para inventar o explorar nuevas formas de su uso.

FUENTE: elaboración propia, con información de Peñalosa (2013: 1-13).

## Retos potenciados por las TIC para los futuros administradores

El avance en la integración de las TIC potencia un fenómeno que toda universidad debe contemplar: la brecha digital (*digital divide*), concepto que surge de la reflexión alrededor del impacto social de las TIC; una de sus acepciones alude a la forma en que se producen diferencias en las oportunidades de desarrollo de las poblaciones, a partir de la penetración de las TIC, generando distancias entre quien tiene acceso a éstas y quienes están ajenos a su apropiación.

Según la CEPAL, la brecha digital tiene implicaciones que superan las consideraciones relativas al desarrollo económico, y que se sitúan en los campos sociopolítico y cultural. Martin Hopenhayn (citado por Villatoro y Silva, 2005) señala que se generan asimetrías entre conectados y desconectados de naturaleza casi ontológica. Por ejemplo, si la red es el nuevo eje de la participación ciudadana, ¿qué clase de democracia participativa se esperaría con indicadores de segmentación preocupantes? La brecha digital se manifiesta como un abismo cognitivo en la distribución de información y conocimiento, en la participación ciudadana y la representación política, en el acceso a servicios sociales y en la inclusión en la vida cultural comunitaria (local, nacional, regional o mundial) (Villatoro y Silva, 2005).

## Los cambios en el mundo laboral de la administración

En la actualidad, se expone una variedad de fenómenos impactados por las TIC en diversas áreas de conocimiento. En el caso de la administración, la creciente incorporación de software en diferentes áreas funcionales de las organizaciones demanda una revisión en torno a las habilidades que tienen que desarrollarse en la formación de este campo de estudio.

Algunas de estas aplicaciones no son nuevas, por ejemplo, los sistemas de planeación de recursos materiales: Material Requirements Planning Systems, conocidos como MRP o MRP Systems, hicieron su aparición en el mundo productivo durante los años cincuenta del siglo XX. Ahora bien, el progreso tecnológico, particularmente la irrupción de los sistemas computacionales, permitió que evolucionaran, logrando disminuir costos y eficientar los procesos productivos.

La creación de sistemas que apoyan la gestión de diferentes ámbitos organizacionales va acompañada del desarrollo de las TIC. Así, los sistemas de planificación se han transformado en sistemas de gestión, sumamente complejos por su potencialidad dinámica en la captura, procesamiento, almacenamiento y comunicación de información, lo que confiere mayor control, reducción de costos y aumento de la productividad organizacional.

Por ejemplo, en mercadotecnia están los Customer Relationship Management (CRM); en logística y gestión de mercancías, Transport Management Systems (TCM); en almacenes, Warehouse Management Systems (WMS), entre otros. En la actualidad, estas aplicaciones tienen la posibilidad de integrarse en un solo sistema de gestión: Enterprise Resourcing Planning (ERP). Entre éstos identificamos a la familia SAP.<sup>3</sup>

Por otro lado, estamos ante la manifestación de cambios en el mundo económico, político y social, derivados de la irrupción de las TIC: el fomento de la e-democracia, la promoción del e-comercio y los cambios regulatorios que imponen el e-gobierno.

## La formación de administradores en la UAM Cuajimalpa

El plan de estudios de la Licenciatura en Administración (LA) de la UAM Cuajimalpa fue sometido a una evaluación diagnóstica por parte de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) en 2012. De las recomendaciones destacamos:

- *Recomendación 3.* Aplicar de manera efectiva el modelo constructivista en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- *Recomendación 4.* Rediseñar el plan de estudio. a) El plan carece de congruencia interna y coherencia externa, no existe articulación vertical ya que no se identifican ejes académicos de manera clara. Existe un desequilibrio entre la parte teórica y la práctica. b) Los contenidos propios de la administración son insuficientes en contabilidad, auditoría, administración de recursos humanos, mercadotecnia y logística, entre otras.
- *Recomendación 8.* Modificar los métodos de enseñanza en las materias, acorde al modelo constructivista. Se identificó que los métodos de enseñanza en las Unidades de Enseñanza Aprendizaje (UEA) con contenido práctico no corresponden al modelo educativo institucional.
- *Recomendación 10.* Diseñar instrumentos y procedimientos de evaluación del aprendizaje, acorde al modelo constructivista. Se identificó que se utilizan en mayor medida los exámenes escritos y criterios de evaluación con un enfoque tradicional.
- *Recomendación 12.* Fomentar el uso de la tecnología educativa. Se identificó que los recursos tecnológicos de apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje no son utilizados amplia y efectivamente por la comunidad académica del programa.

FUENTE: elaboración propia, con información del Comité de Ciencias Sociales y Administrativas del CIEES (2012: 18-25).

<sup>3</sup> Empresa fundada en 1972 en Alemania por ex ingenieros de IBM, cuyo acrónimo en su origen refirió a Systemanalyse und Programmentwicklung (Análisis de Sistemas y Desarrollo de Programas) se amplió para en la actualidad referir a Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung (Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos, SAP). Actualmente de carácter multinacional, SAP cotiza en las principales bolsas del mundo y es líder en el diseño de productos informáticos de gestión, tanto para el sector privado, como para organismos públicos. Sus principales productos informáticos se concentran en la Planificación de Recursos Empresariales (ERP, por sus siglas en inglés) (SAP News, 2015).

Esta evaluación sugiere que

1. El proceso educativo aplicado en la LA se lleva a cabo bajo el paradigma centrado en la enseñanza y no en el aprendizaje.
2. La brecha digital entre nativos e inmigrantes digitales no se atiende por la falta de incorporación de las TIC.
3. No se ocupa del desarrollo de habilidades cognitivas, curriculares y digitales propias del paradigma centrado en el aprendizaje, como el fomento de la autonomía y del dominio tecnológico por los alumnos.

Con el fin de atender las recomendaciones de la evaluación realizada por los CIEES, se instituyó el Laboratorio de Gestión, a través del uso de las TIC<sup>4</sup> con los siguientes objetivos:

- Integrar en la docencia del Departamento de Estudios Institucionales el uso sistemático y continuado de las TIC, con el propósito de coadyuvar en la formación de los estudiantes de la Licenciatura en Administración y de otras presentes y futuras.
- Integrar la función de la investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de la incorporación de estudios de casos y la actualización permanente del contexto económico-político y social a partir de la integración de las TIC (Morales, 2014).

El primer objetivo se focalizó en incorporar el uso de las TIC en programas de estudio, con base en las observaciones de la evaluación de los CIEES. Los simuladores de gestión fueron seleccionados como herramienta TIC por su potencialidad de impacto, tanto en el método de enseñanza como en el desarrollo de habilidades cognitivas, curriculares y digitales en el aprendizaje de los alumnos.

## El simulador de gestión como herramienta de inmersión en la formación

Pertencientes a la última generación de herramientas tecnológicas en educación, los simuladores de gestión constituyen ambientes de inmersión que

---

<sup>4</sup> Autorizado por el Consejo Divisional como proyecto de investigación, cuyo propósito es la vinculación entre investigación y docencia a partir de la integración multidisciplinaria de las TIC en el plan de estudio de la LA. Profesores participantes: doctores Mariana Moranchel, Mario Téllez, Aureola Quiñónez, Ignacio López, Manuel Ontiveros y Esther Morales.

permiten la reproducción de características particulares de casos de estudio o problemáticas específicas que el alumno atenderá y solucionará. Posibilitan la construcción del aprendizaje situado y auténtico y potencia el desarrollo de competencias a partir de casos reales (Peñalosa, 2013: 34).

Desarrollado en el entorno de la web 3.0, el simulador de gestión permite la movilidad y accesibilidad inmediata, asegurando la interacción de los participantes "como si" estuvieran en la situación real. Adicionalmente, posibilitan la combinación de recursos tecnológicos y presenciales, lo que facilita una integración de diversos métodos y prácticas pedagógicas con grados diferenciados de implicación tecnológica.

Los recursos tecnológicos integrados se clasifican en dos tipos: 1) de co-construcción colaborativa, desarrollada por la participación en foros donde se realizan consultas y discusiones sobre la gestión de cada equipo; 2) de presentación de contenidos, en la que se incluyen presentaciones didácticas, ejercicios repetitivos y evaluación de reactivos a través de cuestionarios.

Sobre las prácticas pedagógicas presenciales, existe una gran diversidad, entre las que consideramos: la realización de *performances*, donde los alumnos deberán exponer diferentes momentos de su gestión (reuniones de trabajo, análisis y planificación de entrega de resultados e informe final frente a accionistas), así como el proceso de co-evaluación, en el cual, a partir de rúbricas previamente definidas, todos los alumnos participan. Esta última es recomendable que se realice en dos momentos: intermedio y final. El objetivo de estas modalidades de evaluación es que los alumnos identifiquen los principales aciertos y desaciertos de la gestión a nivel individual y por equipo (dentro y entre equipos).

## Metodología del caso: implementación del simulador de gestión

Se integró un simulador de gestión en la UEA Seminario de Integración II, realizada en el trimestre 15-I, que corresponde al quinto trimestre del plan de estudio de la LA y tiene como objetivos que el alumno sea capaz de:

1. Desarrollar sus capacidades de autoaprendizaje, integración del conocimiento, reflexión y trabajo en grupo al indagar en torno a algún problema relevante relacionado con los impactos producidos por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a distancia y anticipar aspectos socioeconómicos derivados de estos fenómenos.

2. Comprender algunas interacciones entre aspectos específicos de un problema concreto con la currícula de las UEA que estén cursando.

Se trató de un grupo integrado por 26 estudiantes, divididos en 5 equipos. Cada equipo representó una empresa que debía ser gestionada durante cuatro ciclos económicos en un ambiente competitivo. Se asignaron a cada equipo tres licencias de uso del simulador Business Global, perteneciente a la línea de Company Game®.<sup>5</sup>

## Datos sobre el simulador

Business Global® reproduce el escenario competitivo de cinco compañías de tecnología del hogar, las cuales deben competir entre sí. Cada cual tiene una posición competitiva diferenciada, de acuerdo a su implantación en diferentes zonas geográficas a nivel internacional. Las compañías producen y comercializan tres líneas de producto: alta tecnología personal, pequeño electrodoméstico y domótica del hogar.

Forma parte de la línea de productos de CompanyGame®, una plataforma e-learning que funciona 100 por ciento online, y para ser utilizado no necesita disponer de ningún software especial ni descargar ningún programa específico de la red. Se trata de un simulador que reproduce diversos entornos sectoriales y situaciones empresariales, permitiendo a los participantes poner en práctica conocimientos y desarrollar nuevas capacidades administrativas.

## Objetivo de la simulación

En un ambiente de competencia que funciona bajo el esquema de suma cero, los equipos deben incrementar el valor de compañía. Los beneficios obtenidos, el ritmo de crecimiento, la competitividad de los productos ofrecidos, los planes de expansión futuros o la fidelidad de los clientes, son algunos de los factores que se consideran para valorar una compañía y los resultados de equipo directivo. Estos factores se reflejarán en un Índice de Valor, que permitirá posicionar a su empresa en las distintas categorías.

El simulador permite comprender las implicaciones del proceso de globalización sobre los diferentes eslabones de la cadena de valor (organización, financiación, innovación, producción, mercadotecnia). Se consideran hasta diez mercados y en cada uno de ellos tres segmentos de demanda (precio,

---

<sup>5</sup> <<http://www.companygame.com/>>.



innovación y prestaciones), lo que configura la situación contextual en que los equipos deberán tomar las siguientes decisiones:

- *Mercados*: entrada en nuevos mercados.
- *Producción*: adquisición de nuevas fábricas e inversión en el desarrollo tecnológico.
- *Productos*: innovación de productos.
- *Mercadotecnia*: promoción y precios por mercado.
- *Recursos humanos*: capacitación del personal.
- *Investigación de mercado*: compra de investigaciones.
- *Financiación*: préstamos a largo plazo.

Adicionalmente, los equipos deberán resolver ejercicios relacionados con decisiones sobre recursos humanos, gestión de calidad y análisis de investigaciones de mercado.

## Modelo instruccional aplicado

Al considerar las particularidades del simulador y la propuesta pedagógica basada en el aprendizaje, se aplicó una variante del modelo instruccional Star Legacy. Star es un acrónimo de Software Technology for Action and Reflection ("Tecnología de Programación para la Acción y la Reflexión") y Legacy significa "legado", que en el contexto educativo se refiere a la sucesión que dejan los alumnos de su proceso de aprendizaje, con el objetivo de que otros aprendan también de sus experiencias (Schwartz *et al.*, citado en Peñalosa, 2013: 90). Que se inicia con la identificación de un problema en forma de reto, el cual deberá ser atendido por los alumnos organizados bajo la figura de una empresa. El reto conceptual es el mismo durante tres ciclos económicos: aumentar el valor de la compañía a través de sus decisiones administrativas. El punto de partida para todas las compañías es el mismo, sin embargo, al término de cada ciclo, éstas tendrán posiciones diferenciadas, lo que implica historias de gestión diferenciadas y, en consecuencia, legados diferenciados.

Esta propuesta integra los entornos mixtos del proceso de aprendizaje en las diferentes facetas del ciclo (figura 1), además de que incorpora tareas y actividades de diferentes contextos de aprendizaje (digital y tradicional). Para el caso de la UEA Seminario de Integración II, se explican en el cuadro 1. Todas las actividades se establecieron en el programa de trabajo al inicio del curso y en la agenda de actividades del ambiente de inmersión.

Los contenidos académicos del simulador permiten la integración horizontal de las diferentes UEA que integran la carga académica del quinto trimestre. En la figura 2, se observa la vinculación entre contenidos del simulador y los objetivos de cada una de las UEA.

Los ciclos económicos constituyen los escenarios en los que se desarrolla la pericia de los alumnos. Al inicio, para evitar las resistencias derivadas de la carga emocional de errar en las decisiones, deben asegurarse dos procesos:

1. La familiarización, apoyados en tutoriales, manuales, cuestionarios en línea y exploración en el aula de cómputo, de tal manera que les permita conocer las herramientas digitales de apoyo como foro, chat y cuestionarios.
2. El desarrollo de un periodo de prueba, en el cual podrán ejecutar las decisiones colegiadas en congruencia con el trabajo colaborativo presencial.

El escenario de inmersión contempla una diversidad de pantallas que se distinguen por su función en la simulación y por la complejidad de contenidos que integra (figura 3).

Se diseñó un sistema de evaluación que integra la autoevaluación (individual y grupal), la coevaluación (entre los equipos) y la evaluación de expertos (profesores invitados) al final de la simulación en la que se diseñó una rúbrica (cuadro 2).

## Resultados

La información obtenida en esta experiencia se clasifica en dos tipos:

1. La desarrollada por los estudiantes derivada de su experiencia en el simulador, ésta incluye los informes digitales, las investigaciones y asesorías de análisis, la utilización de rúbricas, las presentaciones de apoyo para sus exposiciones y las memorias de las plenarios grupales.
2. La que refiere a la evaluación del estudiante a la herramienta (simulador) y del método pedagógico aplicado por la docente y que tiene como base un cuestionario de inicio y de fin del curso, así como las evaluaciones en las plenarios grupales.

En el primer caso, derivada de la carpeta digital entregada y de la exposición del informe de su gestión frente a un grupo de profesores, fue evidente

la presencia de habilidades digitales, como la autonomía, experiencia digital en uso de las TIC y la reflexión crítica de su proceso de aprendizaje.

Estas reflexiones son producto de dos momentos de discusión: la plenaria con los estudiantes y la evaluación de los docentes. El desarrollo de la pericia digital fue diferenciado en el alumnado. El principal problema expuesto por los alumnos señala la confrontación con una gran cantidad de información que debían comprender, clasificar, procesar temáticamente y establecer líneas de acción conforme a su plan de gestión.

Sobre el segundo tipo de información, aún está en proceso la sistematización de datos, esto porque requiere una muestra más amplia para aplicar un método econométrico.<sup>6</sup> A pesar de ello, en una revisión cualitativa de la herramienta, se observaron las siguientes deficiencias: el vocabulario propio del contexto europeo no permite la significación a los alumnos del entorno mexicano; problemas de sincronía en los horarios; lentitud en la navegación; información de apoyo no actualizada y poca versatilidad de los apoyos de conectividad e interactividad como el chat y el foro integrados en el simulador.

Sobre el apoyo docente, aunque se planificó el modelo instruccional, se evidenció la curva de aprendizaje de la docente en la apropiación de las TIC. La integración de entornos mixtos de aprendizaje constituyó la principal herramienta de interacción entre docente y alumnos. Los procesos de evaluación se plantearon a partir de la integración de dos dimensiones: contenidos temáticos y desarrollo de habilidades. Ambos se discutieron previamente con los alumnos y se concertaron las rúbricas. El mecanismo de interacción que se privilegió en los entornos fue la discusión de ideas argumentadas en el contexto de roles de gestión.

## Reflexiones finales

La formación profesional universitaria enfrenta transformaciones económicas, sociales, culturales y políticas derivadas de la irrupción de las TIC. La reflexión sobre las formas pedagógicas y los contenidos temáticos que se integran en un plan de estudio universitario debe atender las transformaciones de manera proactiva y no correctiva. Una propuesta en esa dirección remite al reconocimiento de la necesaria transformación de la universidad.

Pasar de la universidad centrada en la enseñanza, que focaliza sus funciones en torno a las capacidades docentes, a la universidad centrada en el

---

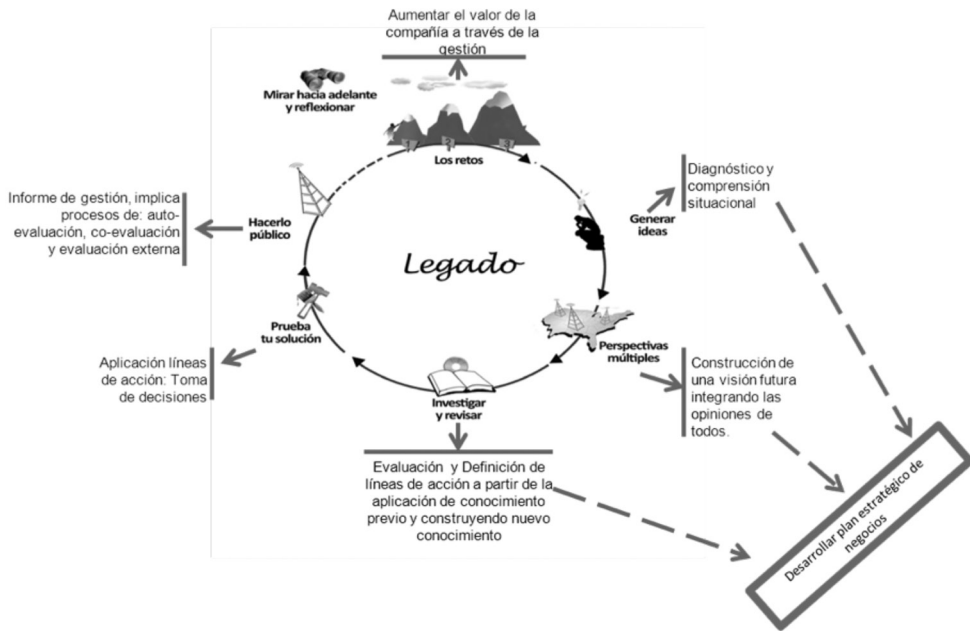
<sup>6</sup> A partir de la experiencia presentada en este documento, se ha replicado en dos talleres inter trimestrales y actualmente se aplica en otro curso trimestral. Conforme nuestra metodología, se estableció aplicar el instrumento en serie de tres cursos.

aprendizaje que focaliza sus funciones en torno al desarrollo de habilidades de los alumnos. No se trata de la adquisición institucional de las TIC para generar un espacio de oferta de apoyo a la comunidad universitaria, sino de una integración y apropiación estratégica de las TIC en el plan de desarrollo institucional universitario. Tampoco se trata de simples actualizaciones de contenido temático o mecanismos de evaluación tradicionales, sino de un cambio ontológico en los papeles del docente inmigrante digital y del alumno nativo digital.

Finalmente, en cuanto a la pertinencia de utilizar una TIC (como el simulador desarrollado por un tercero) en el proceso de formación universitaria exige responder a cuestionamientos sobre la autonomía del proceso, el control sobre el contenido, el uso del lenguaje, la independencia en el desarrollo de la simulación, etc. Estas preguntas se han considerado en la discusión dentro del proyecto de investigación que impulsa esta experiencia, por lo que se encuentran consideradas en el instrumento de medición que está en proceso de análisis.

En el caso particular de iniciar con un simulador desarrollado por un tercero, se consideraron aspectos como costo, propuesta metodológica del proceso pedagógico, la flexibilidad en plataforma Internet, la fuente de información y, sobre todo, el compromiso del acompañamiento por parte de los desarrolladores. Esta experiencia constituye una de las actividades de la primera fase de nuestro proyecto de investigación, cuyo objetivo principal es avanzar en la consolidación de grupos interdisciplinarios para la elaboración de herramientas TIC para la formación universitaria en la Unidad Cuajimalpa de la UAM.

FIGURA 1. MODELO INSTRUCCIONAL DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA DE LA FORMACIÓN MEDIADA POR LAS TIC



FUENTE: elaboración propia, con base en el modelo instruccional Star Legacy y el programa de estudio de la UEA Seminario de Integración II.

CUADRO 1. CICLO DEL MODELO INSTRUCCIONAL STAR LEGACY, APLICADO EN LA PROPUESTA PEDAGÓGICA DE LA UEA SEMINARIO DE INTEGRACIÓN II, MEDIANTE UN SIMULADOR DE GESTIÓN

Fase	Entorno y TIC	Descripción
Mirar hacia adelante y reflexionar	Simulador (incluye foro, cuestionario y chat)	Fase de familiarización. Previa lectura de manuales de operación, los alumnos deberán: 1. Realizar una exploración individual en el simulador, 2. Abrir y participar en foros grupales para construir una visión colegiada de la operación del simulador y definir roles de acción, 3. Aplicación de evaluación de conocimientos temáticos y de comprensión de la operación simulador y 4. A través del chat por equipo, tomar el primer conjunto de decisiones que constituirán una decisión de prueba.
	Presencial	1. Integración de equipos y definición de roles organizacionales aplicando conocimientos de la administración y 2. Desarrollar una presentación de su organización al grupo. Deberán asumir roles funcionales e integrar el conocimiento.

Los retos	Inmersión: simulador	Una vez revisados los resultados de la decisión de prueba, el simulador regresará al estado original para iniciar con el primer ciclo económico. El contexto de competencia configura un escenario de suma cero: lo que unos ganan, otros lo perdieron.	Estas tres fases constituyen el proceso colaborativo para el desarrollo del Plan Estratégico de Negocio de la organización
	Presencial	Enmarcar las restricciones organizacionales y de inmersión en el simulador	
Generar ideas	Mixto (simulador y presencial)	1. Efectuar un diagnóstico de la situación de la organización a partir de la integración de conocimientos previos: financieros, estratégicos y administrativos, 2. Aplicar métodos de trabajo como lluvia de ideas, y 3. Desarrollar tres propuestas de planes de acción.	
Perspectivas múltiples	Mixto (simulador y presencial)	1. Construcción de una visión futura integrando las opiniones de todos, 2. Debate y discusión guiada conforme a los roles asignados en la organización, y 3. Deberán exponer las ideas debidamente argumentadas en la información analizada del simulador e integrando conocimientos de otras UEA.	
Investigar y revisar	Mixto (simulador y presencial)	1. Evaluación y definición de líneas de acción a partir de la aplicación de conocimiento previo y construyendo nuevo conocimiento, 2. Deberán presentar evidencia de la aplicación de conocimientos como presupuestos, análisis de mercado, análisis financieros, etc. 3. Co-evaluación de los planes de negocio en modalidad de performance.	
Prueba tu solución	Mixto (simulador y presencial)	Conforme al Plan Estratégico de Negocio: 1. Tomar las decisiones de gestión acordadas de manera colegiada, 2. Respetar la asignación de roles, funciones y plazos comprometidos en la agenda del simulador. Cumplido el plazo, ningún participante podrá ingresar al simulador debido a que se encontrará realizando los cálculos correspondientes conforme a las decisiones tomadas. 3. Terminado el proceso, los equipos podrán ingresar para conocer y analizar los resultados.	
Hacerlo público	Presencial	1. Desarrollar un informe de gestión que deberán entregar de forma escrita y exponerlo frente a profesores que simularán ser los dueños de la organización, 2. Lo que constituye la evaluación externa. 3. Integrar la autoevaluación individual y por equipos. 4. Plenaria final para el desarrollo de la co-evaluación.	
Mirar hacia adelante y reflexionar	Mixto	Reiniciar el ciclo a partir de la nueva condición de la organización. Deberán integrar los aprendizajes del periodo anterior. Revisar los resultados obtenidos y plantear los nuevos objetivos que atiendan los nuevos retos y circunstancias de la organización	

FUENTE: elaboración propia, con base en el programa de estudio desarrollado para la UEA Seminario de Integración II, conforme al modelo Star Legacy.

FIGURA 2. INTEGRACIÓN HORIZONTAL DE LAS UEA DEL 5º TRIMESTRE



FUENTE: elaboración propia.

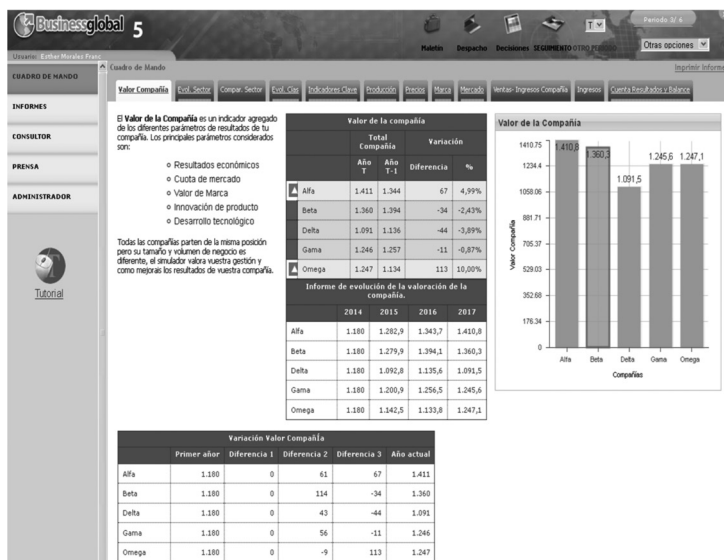
FIGURA 3. ESCENARIOS DE SIMULACIÓN



Pantalla de acceso

Pantalla de despacho





Pantalla del cuadro de mando (información de la gestión)

FUENTE: Plataforma Company Game ® (2015).

**CUADRO 2. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS DE LA UEA SEMINARIO DE INTEGRACIÓN II**

<b>Rúbrica de la actividad:</b> <i>Exposición y argumentación de resultados finales</i> <i>Modalidad: Presencial y trabajo en equipo</i>					
<b>Equipo: TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 15 minutos y 10 de retroalimentación</b>					
<b>DIMENSIÓN: Exposición oral</b> <b>OBJETIVO: Identificar debilidades de comunicación, lenguaje y exposición del trabajo en equipo</b>					
	<i>Sobresaliente</i>	<i>Avanzado</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Básico</i>	<i>Deficiente</i>
Presentación	Presentó a su equipo, dio a conocer el objetivo de la presentación y la organización de la exposición.	Presentó a su equipo de manera rápida pero le faltó dar a conocer el objetivo de la presentación o la organización de la exposición.	Presentó a su equipo de manera rápida y refirió al tema de manera muy general dando inicio a la exposición.	Presentó a su equipo de manera rápida e incompleta, sin dar a conocer el objetivo de la presentación ni la organización de la exposición.	No hubo presentación, inició directamente con el desarrollo de la exposición.



Preparación	Exposición muy fluida y organizada. El equipo se mostró seguro, sin titubeos, mirando al público. Integraron adecuadamente los contenidos temáticos con la práctica de la gestión.	Exposición fluida con muy pocos errores. Se mostraron seguro, aunque titubearon un poco. Integraron adecuadamente los contenidos temáticos con la práctica de la gestión, aunque pudo ser mejorable.	Se mostraron seguros, aunque titubearon bastante y no miraban al público. Requieren más interacción hacia el público. La integración temática y práctica de la gestión fue buena.	Se mostraron nerviosos, titubearon bastante y no miraban al público. Hacen algunas rectificaciones y de vez en cuando se muestran con dudas. La integración temática y práctica de la gestión fue deficiente.	Se mostraron muy nerviosos, titubearon bastante, distraídos y con poco dominio de su presentación. No miraban al público. Realizaron bastantes rectificaciones. La integración temática y práctica de la gestión fue inadecuada.
Compromiso y responsabilidad	El compromiso y responsabilidad de todos los integrantes del equipo es total.	El compromiso y responsabilidad es total por la mayoría de los integrantes.	El compromiso y responsabilidad es total por la mitad de los integrantes.	El compromiso y responsabilidad sólo se reflejó en dos integrantes.	No demostraron compromiso ni responsabilidad.
Dicción	Pronunciaron correctamente las palabras, de modo que fue fácil entenderles.	No pronunciaron correctamente todas las palabras, aunque fue fácil entenderles.	No pronunciaron correctamente todas las palabras, aunque fue fácil entenderles.	Tuvieron problemas para pronunciar algunas palabras, lo que dificulta la comprensión de su exposición.	Tuvieron bastantes problemas para articular palabras. No se les comprendió fácilmente.
Volumen	Volumen suficientemente alto, lo que permitió que se escuchara con claridad. Buena vocalización. Entonación adecuada.	Volumen suficientemente alto, lo que permitió que se escuchara con claridad, aunque se esforzaron un poco. Buena vocalización.	Volumen alto que permitió que se escuchara con claridad, aunque a veces bajaban o subían demasiado la voz. Buena vocalización.	Volumen alto con demasiado esfuerzo, en algunas ocasiones no se le escuchaba con claridad.	Mostraron problemas para hablar en público. No se les escuchaba, parece que susurraban.

Tiempo	Utilizaron el tiempo adecuado y cerraron correctamente su presentación.	Tiempo ajustado al previsto, pero con un final precipitado o excesivamente alargado por defecto del control del tiempo.	Utilizaron el tiempo adecuado, pero les faltó cerrar su presentación.	Excesivamente extensa la presentación, y no pudieron terminar su exposición.	Olvidaron el manejo del tiempo. No tenían un orden, lo que provocó que se salieran de los temas.
<b>DIMENSIÓN: Trabajo colectivo sobre el contenido de la exposición</b> <b>OBJETIVO: Detectar deficiencias sobre el procesamiento y análisis de información</b>					
Dominio del tema	Sobresaliente, comprenden, explican y proponen ejemplos.	Muy eficiente, comprenden y explican con buenos ejemplos.	Fue eficiente, comprenden el tema, les cuesta trabajo explicar pero encuentran ejemplos.	Poco eficiente. No comprenden totalmente el tema ocasionando que no lo expliquen con claridad.	Deficiente. Hablaron sin comprender de lo que se trataba.
Acceso a fuentes de información	Recurrieron a más fuentes de información que la del simulador y las supieron integrar adecuadamente.	Aunque sólo utilizaron las fuentes de información del simulador, supieron utilizarlas con gran conocimiento.	Sólo utilizaron las fuentes de información del simulador de manera básica.	Utilizaron poco la información del simulador y recurrieron a expresiones generales.	Utilizaron poco la información del simulador y de otras fuentes, pero no las comprendían.
Nivel de reflexión de las conclusiones	Análisis de la gestión adecuado, dando seguimiento a los mismos indicadores al inicio, durante y al final de los periodos. La interpretación de los resultados fue correcta.	Utilizaron adecuadamente los indicadores y la interpretación de los resultados fue buena.	Aunque utilizaron los indicadores de la gestión adecuados, no lograron realizar una interpretación integral, la interpretación de los resultados fue buena.	Integraron los indicadores en su exposición sólo como datos. No hubo análisis integral. La interpretación de los resultados fue deficiente.	No integraron información clave como indicadores financieros. No hubo análisis integral. No realizaron interpretación de los resultados.

FUENTE: elaboración propia.

## Fuentes

- Bates, A. (1993). "Theory and Practice in the use of Technology in Distance Education", en Paul Keegan, *Theoretical Principles of Distance Education*. Londres: Routledge.
- Castells, M. (1998). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*, vol. 3. Madrid: Alianza.
- Comité de Ciencias Sociales y Administrativas del CIEES, A.C. (2012). *Informe de Evaluación de la Licenciatura en Administración, DCSyH, UAM-Cuajimalpa*. México: CIEES.
- Company Game (R). (2015). "Company Game. Aprende simulando", Company Game(R), 20 de enero, en <<http://www.companygame.com/?gclid=CLih2cnSu8gCFQiPaQodikIMiQ>>.
- Lugo, M. (2013). "Ciclo de debates académicos. Tecnologías y educación", *Documentos de Recomendaciones Políticas*. ILPE-Unesco.
- Morales, E. et al. (2014). "Proyecto: Laboratorio de Gestión a través del uso de las TIC. Aprobado por el Consejo Divisional de la División de CSyH de la UAM Cuajimalpa. México: UAM Cuajimalpa.
- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.
- Pimienta, P.J. (2013). Prefacio, en E. Peñalosa, *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.
- Prensky, M. (2001). "Nativos digitales, inmigrantes digitales", *On the Horizon*, vol. 9, núm. 6 (diciembre): 7.
- Santos, M.A. (2015). "Entrevista", *ined21*, 16 de febrero, en <[ined21.com/entrevista-miguel-angel-santos-guerra](http://ined21.com/entrevista-miguel-angel-santos-guerra)>, consultada el 20 de agosto de 2015.
- SAP News (2015). "SAP at a Glance: Company Information", 8 de octubre, en <<http://www.sap.com/corporate-en/about/our-company/index.html>>.
- Sigalés, C. (2004). "Formación universitaria y TIC: nuevos usos y nuevos roles", *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, núm. 6.

- Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL) (2014). *Informe de políticas TIC en sistemas educativos*. Buenos Aires: OEA-UNESCO, Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación, Oficina de Buenos Aires, versión digital.
- Sunkel, G., D. Trucco, y A. Espejo (2013). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe. Una mirada multidimensional*. Santiago de Chile: CEPAL-ONU.
- Tello, L. E. (2008). "Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México", (U.O. Catalunya, ed.), *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 4, núm. 2: 8.
- Villatoro, P. y A. Silva (2005). *Estrategias, programas y experiencias de superación de la brecha digital y universalización del acceso a las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC). Un panorama regional*. Santiago de Chile: CEPAL.

# El uso de herramientas digitales en bioinformática

Arturo Rojo Domínguez\*

## Introducción

**D**esde hace años, ha sido evidente que la educación superior está enmarcada en un contexto de sorprendente y cada vez más acelerado cambio tecnológico, que impulsa transformaciones del mundo laboral y de la forma en que la sociedad y la cultura se desarrollan (Economist Intelligence Unit, 2008). Las universidades, en general, han respondido con lentitud en la actualización de sus planes y programas, en particular en la forma en que adaptan sus contenidos, modelos educativos y las formas de evaluar y conducir cursos (Marshall, 2010). Por esta razón, es necesario enfrentar en los hechos y experimentar modificaciones que permitan proponer y justificar esos cambios. Se describe aquí el caso de estudio de una unidad de enseñanza-aprendizaje (UEA, como se denomina en nuestra institución al equivalente trimestral de asignaturas o materias de otras instituciones), perteneciente al bloque de optativas de la Licenciatura en Biología Molecular (UAM-C 2015a), impartida en la sede Cuajimalpa de la Universidad Autónoma Metropolitana.

En este capítulo se discute la aplicación de diferentes herramientas digitales en una UEA denominada Temas selectos en bioinformática que, a diferencia de las obligatorias, es seleccionada por los alumnos como una de las posibles alternativas para su formación terminal, la cual puede cursarse a partir del noveno trimestre en adelante, de los doce totales del plan de estudios.

La UEA que aquí se analiza se ofrece en la programación anual de la unidad una vez al año, en el trimestre de primavera (abril-junio). Los trimestres en la UAM tienen una duración general de once semanas de clase y una más para las evaluaciones globales, y la UEA tiene trabajo en aula de cuatro horas de

---

\* Profesor-investigador, adscrito al Departamento de Ciencias Naturales, UAM Cuajimalpa. C.e.: <arojo@correo.cua.uam.mx>.

teoría y dos de práctica (UAM-C, 2015b), distribuidas en dos sesiones de tres horas a la semana.

En este capítulo se describen las experiencias adquiridas durante la impartición consecutiva del curso, para lograr que los alumnos enfrenten problemas que integren información y habilidades de los ocho trimestres previos, recurriendo a herramientas bioinformáticas, principalmente relacionadas con el análisis geométrico o estructural en tres dimensiones de moléculas biológicas.

## Metodología

Para recabar información por parte de los alumnos, se hizo uso de algunos cuestionarios y entrevistas en diferentes momentos del trimestre. Para lograr condiciones más estimulantes y cercanas al uso real de los conceptos de bioinformática, durante el desarrollo del curso se utilizaron diferentes herramientas digitales. Lo más sobresaliente es que todas las sesiones se desarrollaron en un aula de cómputo, donde cada alumno tenía acceso a una computadora personal (PC) de escritorio, con varios programas de cómputo especializados en bioinformática instalados en ésta, con acceso a la Internet. Adicionalmente, se contó con un aula virtual (y con una nueva versión llamada Ubicua), acceso a bases de datos bioinformáticos, así como a servidores en línea y sitios de procesamiento de datos, con entrega diferida hacia el correo electrónico del usuario. La cantidad de recursos accesibles en el aula crea una dificultad docente, la comprensión y sistematización de la variedad de opciones por utilizar, el aprendizaje del uso de muy diferentes plataformas, así como la aplicación de conocimiento para resolver problemas relevantes, integrando las diferentes herramientas.

Según la taxonomía de las tecnologías de la información y comunicación que se acordó emplear en esta obra (Peñalosa, 2013: 31 y ss.), la herramienta que más se utilizó en este curso fue la categoría de simuladores en la familia de inmersión. Si bien se utilizaron diferentes categorías de distintas familias, como ambientes (Facebook), presentación de contenidos (videos y archivos de powerpoint, disponibles tanto en el aula virtual, como en la Plataforma Educativa de la UAM Cuajimalpa, llamada Ubicua, así como vínculos a tutoriales en la web), almacenamiento común en la misma aula virtual, estrategias de aprendizaje (notas, mapas mentales y conceptuales), además de una fuerte presencia de herramientas cognitivas (cálculos y programación de Microsoft Excel); la categoría de realidad virtual y simuladores era la manera común de interpretar los resultados de la mayoría de las herramientas digitales utilizadas.

## Descripción del caso

El plan de estudios de la UEA Temas Selectos en Bioinformática permite gran flexibilidad, estableciendo en su contenido sintético (UAM-C, 2015b): “Temas de frontera en distintos métodos bioinformáticos. Se sugiere desarrollar alguno(s) de los siguientes métodos en bioinformática: muestreos, modelado, dinámicas, minimizaciones, docking, etc., y sus alcances y limitaciones”.

Mientras que las modalidades de conducción del plan de estudios señalan la posibilidad de utilizar discusiones dirigidas, participación activa de los alumnos, exposiciones individuales o de grupo, prácticas en la sala de informática o en el laboratorio, integración de conocimientos teóricos, técnicos y metodológicos adquiridos previamente, así como el diseño y desarrollo de un trabajo de investigación multidisciplinaria. Se plantea que en ese trabajo el profesor proponga los problemas de investigación y que el alumno seleccione uno y lo desarrolle individualmente o en equipo.

Cabe enfatizar que, por su ubicación en el plan de estudios de la Licenciatura en Biología Molecular, esta UEA tiene como antecedentes las del Tronco General de Formación Inicial (primer trimestre), Formación Básica (trimestres 2 al 7), así como algunas del nivel de Formación Profesional. Debido a que las modalidades de conducción indican la necesidad de integración del conocimiento previo, es un reto de consideración durante este curso poder transmitir sus contenidos propios y relacionarlos o integrarlos con los de trimestres anteriores.

Por otra parte, una de las UEA de Formación Profesional del séptimo trimestre es Bioinformática Molecular, de naturaleza obligatoria, mas no necesariamente seriada con Temas Selectos en Bioinformática.

Para afrontar esta circunstancia, en nuestro departamento hemos acordado que el antecedente de Bioinformática Molecular abordará principalmente aspectos en los que los sujetos de estudio son secuencias biológicas, es decir, cadenas de texto o caracteres que representan polímeros con actividad biológica, como proteínas, ácidos nucleicos y carbohidratos. Mientras que la UEA aquí examinada enfrentará como sujeto principal de estudio la representación en tres dimensiones (3D) de esas moléculas. Así, quedan delimitados los problemas por abordar en ambas asignaturas, aunque, por supuesto, debe cuidarse que en la UEA antecedente se dé una pequeña introducción a la visualización 3D para el caso de alumnos que decidan no continuar con la optativa.

Por último, debe señalarse que se analiza en este capítulo la experiencia acumulada al optimizar el uso de herramientas digitales en la UEA de Temas Selectos en Bioinformática durante dos años consecutivos, los trimestres 14-P

y 15-P (cuadro 1). La mayor parte de las descripciones corresponden a este último trimestre, pero con frecuencia se citan las observaciones y resultados del trimestre previo que dieron origen a las decisiones para optimizar el curso.

El hecho de que dos alumnos no aprobaran en este trimestre se debió a su inasistencia durante la mayor parte del curso, por lo que se diría que la totalidad de los que sí se presentaron aprobaron el curso, la mayoría con la nota más alta.

**CUADRO 1. TAMAÑO DEL GRUPO E INSTRUMENTOS DE ESTUDIO APLICADOS EN CADA TRIMESTRE**

<i>Trimestre</i>	<i>Fecha</i>	<i>Alumnos inscritos</i>	<i>Alumnos aprobados</i>	<i>Instrumentos aplicados</i>
14-P	21 de abril al 16 de julio de 2014	7	7	Encuesta
15-P	4 de mayo al 24 de julio de 2015	21	19	Encuesta y entrevistas

FUENTE: elaboración propia, con información de <www.uam.mx>.

## Resultados

### *Infraestructura*

Respecto del equipamiento, es necesario observar que las aulas de cómputo tienen 24 equipos para los alumnos inscritos en los trimestres aquí descritos, y que fueron casi siempre funcionales en su totalidad, por lo que cada alumno tuvo todo el tiempo un equipo disponible para trabajar de manera individual. Conviene recalcar que en estos dos años se apreció un aumento en la proporción de alumnos que cuentan con una computadora portátil y que la llevan al aula, por lo que el número de computadoras disponibles aumenta, pero con ello surge una problemática no esperada: la diversidad de equipos. El primer problema fue que algunos de los paquetes especializados requerían necesariamente de equipo PC, pero había un 15 por ciento de los alumnos que preferían utilizar sus computadoras portátiles Apple (también conocidas como "Mac"). Lo que parecía una dificultad, se resolvió por medio de autogestión en el aula, algunos alumnos, con gusto y conocimiento computacional, empezaron a intentar la adquisición de emuladores de ambiente PC para Mac, a partir de la segunda semana de clases, el simulador estaba instalado, aunque con dificultades para ejecutar el software deseado, las cuales se resolvieron hacia la tercera semana.



Después ellos mismos instalaron el emulador en las computadoras Mac de sus compañeros y todos tuvieron acceso al software. Se presentó un segundo problema con las versiones de uno de los paquetes (Chimera, uno de los visualizadores moleculares en 3D usados en la UEA previa), pues entre la instalación hace dos años en los equipos de la sala de cómputo y la instalación de la nueva versión en los equipos personales de los alumnos, se encontró una incompatibilidad de lectura de los archivos. De esta manera, los documentos disponibles en la plataforma educativa generados en la instalación antigua eran ilegibles en las computadoras con instalación reciente. El diagnóstico de la incompatibilidad fue complicado, pero, al igual que el problema anterior, se resolvió en el aula por discusión colectiva y, dado que las incompatibilidades por el tipo de computadora o de versión del programa son dificultades comunes en bioinformática, se convirtieron en aprendizajes en condiciones auténticas, y a través de una acción no sólo colaborativa, sino hasta cooperativa.

Sobre este último punto, cabe destacar que, a diferencia de los años anteriores, los alumnos en este trimestre 15-P pertenecían a dos diferentes generaciones de la Licenciatura en Biología Molecular, lo cual permitió la interacción de estudiantes con diferente grado de madurez y conocimientos; asimismo, que las redes sociales y las reuniones presenciales de esta licenciatura han permitido que se conozcan y ayuden, posibilitando la experiencia de aprendizaje colaborativo descrita en el párrafo previo.

Se describe un caso de conflicto adicional causado por los cambios en la seguridad de Java, lenguaje de programación necesario en varios de los servidores utilizados. El comportamiento de ventanas de visualización en los diferentes servidores empleados fue diferente en las distintas computadoras, en este caso no existía una solución general y el apoyo solidario entre los compañeros fue notablemente menor, pues cada caso parecía ser distinto al resuelto previamente. Se requirió mucha intervención del profesor para resolver cada caso, a veces aprendiendo de los previamente remediados.

### *Apropiación de sistemas de cómputo*

Los alumnos actuales pertenecen, cronológicamente, a la llamada "generación del milenio o generación Y", por ello se espera que sean nativos digitales, si bien el origen socioeconómico de algunos de ellos no les permitió un crecimiento con un uso tan intensivo de las herramientas digitales, el hecho es que sí crecieron rodeados de éstas. Sin embargo, una observación muy sorprendente en los dos grupos que se encuestaron es que casi al 25 por ciento de ellos les disgusta el uso de equipo de cómputo, o de servidores y bases de datos en la Internet, para trabajar con los sujetos de estudio

(secuencias o estructuras de biomoléculas). Este rechazo no se correlacionó con el gusto por el uso de tecnologías, pues utilizaban de forma regular su celular, su cuenta de Facebook o su computadora portátil para otras tareas.

Para profundizar en esta observación, se entrevistó sobre este tema a los alumnos que cursaron la UEA precedente y no eligieron la optativa. El resultado de la evaluación fue que muchos de ellos separan en compartimientos independientes el trabajo biológico del uso de las computadoras; tienen preferencia por trabajar en laboratorio con disoluciones, reactivos, cultivos celulares o equipo experimental, y ven los experimentos computacionales, la programación, el acceso a información masiva o los cálculos computacionales complejos como fuera de la perspectiva de su licenciatura. Se hizo un esfuerzo para integrar como contribuyentes complementarios la experimentación y el cómputo, pero ha de reconocerse que esto se logró con un éxito moderado. Un comportamiento similar en el que se predice incorrectamente el aumento de demanda o familiaridad por servicios digitales se ha observado y reportado en otros casos (Lupien y Oldham, 2012). Una exploración posterior en una nueva entrevista con ellos demostró que un factor de rechazo se encuentra en el diseño de servidores e información. Es decir, actualmente el simple uso de sistemas de cómputo y servidores en línea ya no es suficiente para enganchar o entusiasmar a un alumno, sino que la salida de información será interactiva y presentada de forma moderna para generar gusto por ésta.

### *Aula virtual*

En este último trimestre, se puso en marcha la Plataforma Educativa de la Unidad Cuajimalpa ([ubicua.cua.uam.mx](http://ubicua.cua.uam.mx)) y se manejó en el curso con estudiantes acostumbrados durante varios años a utilizar el Aula Virtual ([aulavirtual.cua.uam.mx](http://aulavirtual.cua.uam.mx)). Este cambio fue un poco difícil, con una resistencia por utilizar los comandos para solicitar claves de acceso y por empezar a explorar. Sin embargo, una vez resueltos algunos inconvenientes, el trabajo en la plataforma fue relativamente fácil y se acostumbraron rápidamente a los nuevos símbolos y forma de acceder a la información, además de subir sus trabajos y tareas. Es necesario comentar que un punto de confusión ha sido distinguir entre la recientemente liberada plataforma Ubicua y una nueva herramienta digital de la unidad llamada Dialecta ([dialecta.cua.uam.mx](http://dialecta.cua.uam.mx)), correspondiente a un repositorio de material académico. En virtud de que se requieren dos cuentas y contraseñas independientes y que la diferencia entre éstas no queda clara de inmediato, se generó desánimo en el uso de la plataforma, al no poder acceder a los contenidos del repositorio por no estar conectados. Esto se resolvió subiendo los materiales a la plataforma sin depender de Dialecta. Empero, esto provocó un desuso del repositorio, a pesar de que, en cierto momento del trimestre, se trató de evitar el uso de dobles contraseñas.

Por otra parte, en tres ocasiones se subieron a la plataforma textos y tutoriales con ligas a videos con información sin haberse discutido en clase, junto con un problema detonador. Este conjunto de elementos crearon una especie de aula invertida (flipped classroom, por su terminología en inglés [O'Flaherty y Craig, 2015]), donde se pidió revisar el nuevo material en casa y se llegó al aula a aplicar los conceptos a un problema específico. Si bien es difícil asegurar que todos los alumnos realmente estudiaron el tema en casa, lo cierto es que la presión del problema en el aula los obligó (al menos) a consultar las ligas e información en ese momento. Dada la naturaleza del grupo, también hubo cotutoría y aprendizaje colaborativo durante estas actividades.

Por otra parte, el análisis del uso de la plataforma indica que los breves tutoriales y el acceso a video fue la forma preferida de acceso a la información, mientras que la consulta en línea de libros fue la herramienta menos empleada. Esto es compatible con las características de la generación actual de alumnos, más acostumbrados a la inmediatez y al conocimiento fragmentado que a la lectura de un tema dentro del contexto de un capítulo y de un libro. Experimentando con esta observación, cuando se enviaba a consultar una figura o una página de libro en particular, la respuesta de accesos a la plataforma fue mayor.

### *Integración de conocimiento*

Los contenidos de esta UEA presentan un reto interdisciplinario interno y externo. El primero debido a que la disciplina bioinformática requiere de conocimientos biológicos, químicos, de programación, matemáticas y uso de sistemas computacionales; mientras que el segundo se relaciona con la integración del conocimiento previo adquirido en los primeros ocho trimestres; incluye, además de lo antes descrito, contenidos de fisicoquímica, fisiología, física y análisis experimental. Para enfrentar este desafío, se utilizaron dos herramientas: la primera fue la construcción desde la cuarta semana de clases de mapas mentales o conceptuales, así como su actualización a lo largo del avance del trimestre.

Estos mapas se coevaluaron en un par de ocasiones, evitando mencionar este término y manejándolo como una ayuda en equipo o por pares para complementar la información, de tal forma que el autor sintiera un apoyo de su compañero, más que una crítica o juicio.

Por otra parte, la segunda herramienta consistió en el trabajo por proyectos, que si bien se plantearon como individuales, hubo el apoyo mutuo entre los estudiantes para enfrentar los obstáculos que se presentaban gradualmente.

De particular importancia fue un proyecto realizado paralelamente a los demás durante gran parte del trimestre; consistente en programar en una hoja de Excel el cálculo de la dinámica molecular de una molécula de agua aislada. Este problema se resolvería fácilmente en un simulador molecular, pero programarlo paso a paso permitió al grupo entender los conceptos subyacentes en acciones tan simples como mover el ratón y ver en la pantalla que un objeto gira. En los trimestres precedentes, el proyecto inició un poco tarde en el trimestre y se dejó en gran medida para ser avanzado en casa. Fue muy difícil terminarlo a tiempo para la última semana de clase y no dejó tanto aprendizaje, como en el caso del trimestre más reciente, en el que se inició en la primera semana de clase y se revisaban avances cada semana. De manera sorprendente, muchos de los alumnos no habían utilizado nunca una hoja de cálculo, así que fue necesaria una iniciación práctica a Excel y a la programación de fórmulas. Convertir las ecuaciones descritas en la clase a cálculos en celdas de Excel, y finalmente a una descripción gráfica de los resultados de su evaluación, fue un buen ejercicio de uso y transformación de lenguajes formales. Un problema muy especial lo tuvieron los cambios de unidades, entre distintos sistemas (como calorías y joules), y también entre cantidades por mol o por átomo, se utilizó esta necesidad de consistencia para mostrar las escalas de tamaño macroscópica y molecular, que resultó en la integración de algunos conceptos de bioquímica, así como de cinética y equilibrio químico.

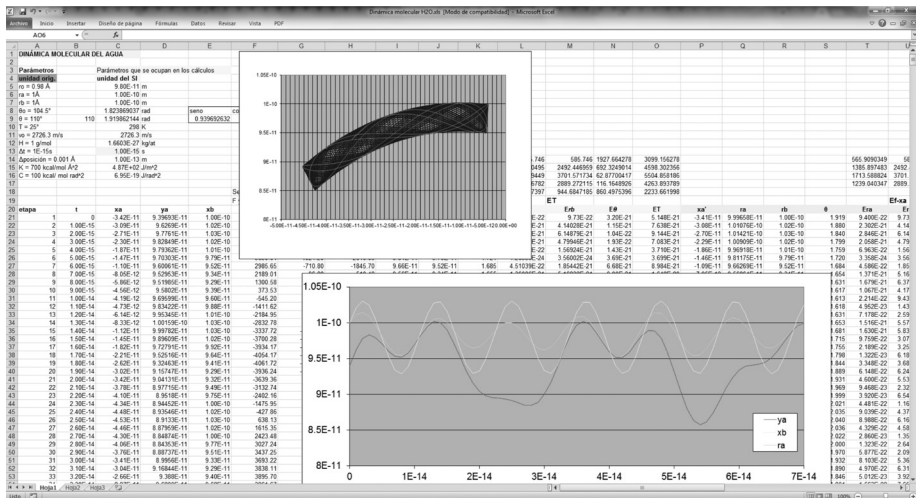
La hoja de cálculo se dificultó poco a poco, dejando que etapas análogas a las anteriores se realizaran en casa y se revisaran en la siguiente clase. Las resistencias iniciales al uso de la hoja de cálculo se sortearon lenta pero sostenidamente con los avances y consejos de los compañeros, así como con la discusión de dudas en clase. El uso de materiales en el aula virtual para enfrentar problemas de programación de celdas, cambio de unidades, o videos para entender el resultado deseado fue motivador para el avance del proyecto.

Cabe señalar que, desde el inicio del trabajo, en la hoja de cálculo se hizo la propuesta de dejar una zona de la misma para los parámetros: las variables de la simulación (como la masa de los átomos), las constantes de interacción, la temperatura inicial o la dirección del movimiento, insistiendo en que fueran los mismos para todos los alumnos, de tal forma que pudiéramos ver si los detalles de programación eran correctos al comparar los datos numéricos calculados en la primera etapa de la simulación.

También se cuidó que esta primera etapa estuviera en un mismo renglón y con los términos adecuados para copiarla automáticamente a los renglones siguientes y repetir los ciclos de dinámica molecular. Los alumnos concluyeron la simulación, de tal forma que fue muy emotivo el momento en que logramos terminar numéricamente el primer ciclo de simulación, el cual requirió

de varias decenas de columnas, y aún más impactante resultó cuando se replicaron hacia los siguientes renglones, y luego al hacer en el mismo programa la representación gráfica de sus resultados (figura 1). A partir de allí desarrollaron gran motivación y utilizaron personalmente la hoja construida para experimentar y cambiar los valores de parámetros iniciales y graficar diferentes variables. Un siguiente paso consistió en nuevas columnas para incorporar otras variables (las energías potencial y total), la temperatura o la distancia instantánea entre átomos que no se había calculado antes, las posibilidades de gráficas se multiplicaron entonces.

**FIGURA 1. RESULTADO TÍPICO DE LA DINÁMICA MOLECULAR EN LA HOJA DE CÁLCULO. EL TOTAL DE COLUMNAS ES DE 45, CON MÁS DE 2000 RENGLONES DE ITERACIÓN. LAS GRÁFICAS MUESTRAN LAS POSICIONES DE UNO DE LOS ÁTOMOS EN EL ESPACIO O EN FUNCIÓN DEL TIEMPO**



FUENTE: elaboración propia, a partir del trabajo en el aula durante el curso.

Un siguiente esfuerzo fue replicar los resultados de la hoja de cálculo en un programa comercial con visualización incorporada; por una parte, era sorprendente que su trabajo de casi ocho semanas se convirtiera en presionar unos cuantos botones del paquete, pero fue muy intuitiva la incorporación de los parámetros conocidos y de otros nuevos, pues ya lo habían experimentado con la hoja de cálculo. También fue muy fácil pasar a sistemas moleculares de mayor tamaño y utilizar las herramientas de graficación y visualización para entender el comportamiento del sistema. Incluso los estudiantes menos afectados al uso de Excel consideraron útil la aproximación.

En este punto, los retos en la plataforma y la información previa fueron bastante útiles para aplicar y extrapolar los conocimientos antes adquiridos. Debe

señalarse que, en estos momentos, el trimestre estaba ya muy avanzado y quedaban aún muchos contenidos por cubrir. Además del proyecto de Excel, paralelo y posterior a éste, se pusieron en marcha otros proyectos, como el modelado por homología, la búsqueda de confórmers en moléculas pequeñas, la clasificación y taxonomía de proteínas, la interacción entre una proteína y un ligando como fármaco potencial y la asociación entre proteínas.

Cada uno de estos proyectos tuvo asociada una sección en la plataforma educativa Ubicua (figura 2), la cual contuvo una introducción al tema, la descripción del problema y las herramientas digitales que se utilizarían, como el propio programa de cómputo, bancos de datos o servidores web. En este punto del trimestre, confluyeron dos tendencias antagónicas: el gusto por haber entendido varios conceptos y la presión de trabajo de las últimas semanas del trimestre. A pesar de ello, la mayoría de los alumnos concluyeron a tiempo sus trabajos en la plataforma y gran parte del final del curso fue de trabajo activo de ellos en su computadora, con la actuación del profesor como facilitador de aprendizaje en consultas individuales, es decir, con una autogestión de conocimiento por parte de los alumnos.

FIGURA 2. SECCIONES DE UBICUA, CADA CUAL CON UN PROYECTO POR DESARROLLAR, ADEMÁS DE LAS DE INTRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE ESTA HERRAMIENTA

The screenshot shows the Ubicua platform interface for the course 'Temas Selectos de Bioinformática'. The user 'Arturo' is logged in. The course content is organized into a grid of sections, each with a representative image and title:

- Información inicial (Logo: Licenciatura en Biología Molecular)
- Dinámica Molecular (Image: Molecular dynamics simulation)
- Estructura molecular (Image: 3D molecular structure)
- fold it (Image: Fold It logo)
- Semana 6. Análisis estructural (Image: DNA sequence)
- Semana 7. Interacciones (Image: Molecular interaction diagram)
- Semana 8. Familia de homólogos (Image: Homology model)
- Filogenia (Image: Phylogenetic tree)
- Ligandos orgánicos (Image: Organic ligand structure)
- Interacción proteína-proteína (Image: Protein-protein interaction)
- Encuesta (Image: Hand pointing at smiley faces)

FUENTE: elaboración propia con base en la plataforma educativa disponible en <ubicua.uam.mx>.

## Otras herramientas digitales

Además de la hoja de cálculo, un programa comercial de simulación molecular fue de gran ayuda para integrar resultados o para generar datos. Éste se instaló en todos los equipos del aula y en las computadoras portátiles de los alumnos. Sin embargo, se utilizaron muchos servidores y bases de datos adicionales, pues, debido a la cantidad, fue difícil para los alumnos lograr la generalización, así que, por una parte, se utilizó un sitio web con un listado organizado de herramientas digitales para bioinformática llamado Expert Protein Analysis System ([expasy.org](http://expasy.org)) y, por la otra, se presentó el reto de desarrollar pasos a seguir en cada servidor.

Los alumnos los generaron como se indica: identificar el tipo de información de entrada (código, secuencia, estructura, etc.), analizar los parámetros y probar las propuestas iniciales (default values), visualizar el tipo de información de salida (secuencia, sitio, molécula, estructura, complejo), realizar una prueba con un sistema con resultado conocido, así como variar los parámetros de entrada para entender su efecto en el resultado. Esta serie de pasos fue de gran ayuda para quienes tenían dificultad en el uso de servidores, aunque ha de reconocerse que no fue de utilidad para los bancos y bases de datos.

De particular interés resultó un sitio web llamado Foldit ([fold.it](http://fold.it)), en el que se coordina un trabajo colectivo para plegamiento de proteínas (figura 3). Dicho sitio está diseñado como un videojuego: al iniciar el acceso, hay una serie de niveles de aprendizaje, cada uno de los cuales es una experiencia con herramientas bioinformáticas para enfrentar, gradualmente, problemas cada vez más complejos.

Una vez superada la etapa de aprendizaje, los retos son de plegamiento de proteínas con estructura desconocida. Hay una competencia para lograr conformaciones cada vez más estables o de menor energía. El desafío entre participantes ha logrado obtener, a través del trabajo competitivo y colaborativo, resultados de gran envergadura.

Este tipo de diseño tipo reto, más los fundamentos adquiridos por la programación en su hoja de cálculo, fue de gran interés para los alumnos, potenciado por una publicación en redes sociales sobre el uso de Foldit y el análisis de los comentarios en esa página de Facebook (<[9gag.com/gag/avgKvgO](https://www.facebook.com/gag/avgKvgO)>) muchos de éstos tendenciosos. En la plataforma se activaron los vínculos a ese sitio y a la publicación original (Khatib et al., 2011) y a artículos de difusión en las revistas *Time* y *Scientific American*, generando en el grupo una discusión muy enriquecedora acerca de la calidad de las publicaciones, la pérdida de información al convertir el objetivo del texto en divulgación,



así como los juicios y críticas injustas derivadas en las redes sociales al malinterpretar las notas.

FIGURA 3. PANTALLA DE INGRESO A LA PLATAFORMA FOLDIT, CON INSTRUCCIONES BÁSICAS, UN EJEMPLO DE SISTEMAS POR ANALIZAR (ARRIBA A LA IZQUIERDA) Y LOS PUNTAJES MÁS ALTOS ALCANZADOS (ABAJO A LA DERECHA)

07:51:04 GMT

**foldit** BETA  
Solve Puzzles for Science

PUZZLES » CATEGORIES » GROUPS » PLAYERS » RECIPES » CONTESTS  
BLOG » FEEDBACK » FORUM » WIKI » FAQ » ABOUT » CREDITS

Click to learn how you contribute to science by playing Foldit.

**NANOCRAFTER** Try our new scientific discovery game!  
Be creative and build extraordinary tiny machines!

What's New

**Welcome Students!**

It's almost time for class to be in session once more, and we want to welcome all our new students (academic and from the school of life) to Foldit! We have put together some handy tips to make your playtime in Foldit enjoyable.

Pick a good name but remember it is visible to everyone! Remember it should fit within the **community guidelines**, but more importantly, should reflect you - but not to the point where you're using your email address as a login ID. That is just a bad idea for internet safety in general, so please don't do this. Keep your name PG and something you'd be proud to see on top the leaderboards. If it's too late and you think you've chosen badly with your username already - I can help you fix that. No judgement from me, we all veer off into "thought it was funny at the time" land on occasion.

Be patient! Foldit has an amazingly steep learning curve. A lot of our players are helpful, but being a global community, they may not always be watching the chat channel to answer questions. Have you **checked our wiki**? Did you try resetting, rereading the tutorial and trying again? Were you aware of the vast range of videos available you could watch? These are all great first steps but if they don't get you what you need to know, then ask!

Check out the **FAQ**, it's pretty useful.

GET STARTED: DOWNLOAD

Win Beta  
Windows (XP/Vista/7/8)

Mac Beta  
OSX (10.7 or later)

Linux Beta  
Linux (64-bit)

Are you new to Foldit? [Click here.](#)

Are you an educator? [Click here.](#)

SEARCH

Google Search  Only search fold.it

RECOMMEND FOLDIT

Send

USER LOGIN

Username: \*

Password: \*

Log in

- Create new account
- Request new password

SOLOISTS EVOLVERS GROUPS TOPICS

PLAYER	PUZZLE	SCORE
Blipperman 23   16	1135: Unsolved ... 57	8,908
Truncheon ... 110   344	Beginner Puzzle...ign	10,960
Goochie 4   11	1134: 60 Residu...nds	12,133
johnmitch 110   6	1133: Revisitin...Eye	9,439
silbertraum 110   238	Beginner Puzzle...ign	8,948
WarpSpeed 110   106	Beginner Puzzle...ity	14,800
Belchior 110   1600	Beginner Puzzle...nis	9,240
WarpSpeed 110   106	Beginner Puzzle...yle	8,670
WarpSpeed 110   106	Beginner Puzzle...zle	8,664

FUENTE: <<https://fold.it/portal/>>.

Por último, conviene señalar que no fue posible acceder a algunos de los servidores que se deseaba utilizar, en unos casos debido a la sobrecarga de trabajos que tenían y, por ende, el largo tiempo de espera de varios días (e incluso semanas); en otros, porque ya no están activos o se volvieron comerciales. A pesar de que se realizó el cálculo en otro servidor o paquete, la falta de respuesta o la desaparición de un sitio web causaron desencanto en el grupo.



## Evaluación

En general, las notas del grupo fueron altas, con algunos alumnos que no aprobaron porque abandonaron el curso sin darse de baja en la quinta semana. Sin embargo, la evaluación fue más cualitativa que cuantitativa. La mayor parte de los trabajos se subieron a Ubicua; pero en este caso el profesor fue quien tuvo problemas para adaptarse en la forma de evaluar de la antigua aula virtual a la nueva plataforma educativa. Tuvo que hacerse la evaluación sin la herramienta digital.

Por otra parte, algunas evaluaciones fueron cualitativas, con el uso de una rúbrica, sin embargo, ésta no estuvo a disposición de los alumnos antes de elaborar su trabajo o reporte de proyecto, siendo conveniente que ellos lo desarrollaran bajo el conocimiento de los rubros y características que debe tener. Finalmente, durante el curso, muchos de los trabajos se entregaron en un archivo; no obstante, la comunicación entre los alumnos permitió el intercambio previo de archivos entre sí, por lo que se perdió objetividad en la evaluación de las habilidades y conocimientos que cada uno pudo adquirir durante el trimestre.

## Conclusiones

En este capítulo se analizó el resultado de la aplicación optimizada (en dos ocasiones) de herramientas digitales para la enseñanza de conceptos y habilidades de bioinformática. El uso de proyectos permitió integrar conocimientos previos y disciplinas convergentes, siendo Ubicua, la plataforma educativa de la UAM Cuajimalpa, una herramienta de comunicación para inducir los retos y promover autonomía del aprendizaje.

El empleo de una hoja de cálculo para un problema transversal resultó de gran ayuda y motivación, aunque al inicio propició ciertas resistencias. Los retos resueltos y las dificultades de operación para convertirlos en problemas detonadores de aprendizaje auténtico han sido, en este tiempo, una gran enseñanza para alumnos y docente.

Aún quedan pendientes por resolver la evaluación del curso y la optimización de tiempos, considerando la carga adicional del fin del trimestre. En general, las herramientas digitales son esenciales en esta UEA, así como de gran apoyo para el trabajo en proyectos; aun así, no son fáciles de integrar, pues hay que adaptarlas a los intereses y características de cada grupo, incluso al considerar que a algunos alumnos no les gusta el uso de las TIC como instrumentos del trabajo en bioinformática y en biología molecular.

## Fuentes

- Economist Intelligence Unit (2008). *The Future of Higher Education: How Technology Will Shape Learning*. Londres: The Economist, en <[www.nmc.org/pdf/Future-of-Higher-Ed-\(NMC\).pdf](http://www.nmc.org/pdf/Future-of-Higher-Ed-(NMC).pdf)>.
- Khatib, F. et al. (2011). "Crystal Structure of a Monomeric Retroviral Protease Solved by Protein Folding Game Players", *Nature Structural and Molecular Biology*, vol. 18 (diciembre): 1175-1177. DOI: 10.1038/nsmb.2119.
- Lupien, P. y R. Oldham (2012). "Millennials and Technology: Putting Suppositions to the Test in an Academic Library", en M. J. Crump y L. S. Freund (comps.), *Meeting the Needs of Student Users in Academic Libraries*. Ámsterdam: Chandos-Elsevier. DOI: 10.1016/B978-1-84334-684-5.50005-8.
- Marshall, S. (2010). "Change, Technology and Higher Education: Are Universities Capable of Organizational Change?", *ALT-J, Research in Learning Technology*, vol. 18, núm. 3 (noviembre): 179-182. DOI: 10.1080/09687769.2010.529107.
- O'Flaherty, J. y P. Craig (2015). "The Use of Flipped Classrooms in Higher Education: A Scoping Review", *The Internet and Higher Education*, vol. 25 (abril): 85-95. DOI: 10.1016/j.iheduc.2015.02.002.
- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2015a). "Plan de estudios de la Licenciatura en Biología Molecular". México: UAM Cuajimalpa, en <[www.cua.uam.mx/pdfs/lic/1planes-de-estudio/abri-15/144\\_2\\_Lic\\_Biologia\\_Molecular\\_CUA.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/lic/1planes-de-estudio/abri-15/144_2_Lic_Biologia_Molecular_CUA.pdf)>.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2015b). "Programa de la UEA. Temas selectos en Bioinformática". México: UAM Cuajimalpa, en <[www.cua.uam.mx/pdfs/lic/biologia\\_molecular/optativas/4603035\\_temas\\_selectos\\_en\\_bioinformatica.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/lic/biologia_molecular/optativas/4603035_temas_selectos_en_bioinformatica.pdf)>.

# Desarrollo de simuladores computacionales de apoyo a la docencia

María del Carmen Gómez Fuentes\*  
Karen Samara Miranda Campos\*\*

## Introducción

Los simuladores computacionales son sistemas que cumplen un papel cada vez más importante en la educación, ya que ilustran rápidamente con la computadora el funcionamiento de un fenómeno o de un proceso en particular (Cataldi, Lage y Dominighini, 2013). Especialmente en el área de la enseñanza de la computación, los simuladores se han convertido en una herramienta cada vez más utilizada por los múltiples beneficios que conlleva, no sólo el uso de aquéllos, sino también su creación, tanto para los alumnos, como para los profesores (Aguilar y Heredia, 2013).

Los beneficios de la elaboración de un simulador de apoyo a la enseñanza-aprendizaje de diversos cursos se presentan en tres niveles:

1. *Beneficios para los alumnos que utilizan el simulador.* Los usuarios experimentan con el sistema computacional al introducir diferentes datos y observar las distintas respuestas de la aplicación. Lo anterior permite comprender mejor no sólo el funcionamiento de un método o de un proceso, sino también los casos en los que se presentan fallas, creando así la oportunidad de aprender de los errores y no sólo de los aciertos (Salas y Ardanza, 1995).
2. *Beneficios para los alumnos que desarrollan el simulador.* Los alumnos de computación que participan en el desarrollo de un simulador, ya sea como parte de un servicio social, de un proyecto terminal o de algún proyecto patrocinado, deben comprender a la perfección los conceptos

---

\* Profesora-investigadora, adscrita al Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas, UAM Cuajimalpa. C.e.: <mgomez@correo.cua.uam.mx>.

\*\* Profesora-investigadora, adscrita al Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas, UAM Cuajimalpa. C.e.: <kmiranda@correo.cua.uam.mx>.

que ilustra el sistema en construcción. Además, aprenden a dominar las técnicas necesarias para su construcción, lo que frecuentemente los habilita para conseguir rápidamente un trabajo.

3. *Beneficios para los profesores que asesoran a los alumnos en la elaboración de un simulador.* Debido a que las tecnologías para elaborar sistemas computacionales cambian frecuentemente, por ejemplo, los lenguajes de programación evolucionan o se crean nuevos dispositivos electrónicos, es relativamente sencillo que los profesores no sean expertos en cada una de las herramientas existentes. Empero, es común que haya alumnos entusiastas que estén al tanto de las tecnologías que acaban de surgir, por lo que dirigir proyectos de este tipo ayuda también a los profesores a mantenerse actualizados, pues los alumnos retroalimentan al profesor, familiarizándolo con estas nuevas tecnologías e impulsándolo a seguir actualizado.

Estos beneficios son ampliamente reconocidos, por lo que una de las estrategias del Plan de Desarrollo Institucional de la UAM Cuajimalpa 2012-2024 es fomentar el uso de simuladores y de otras herramientas digitales que ayuden a los alumnos y profesores durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, para contar con un modelo educativo en constante actualización (Rojo, 2012).

Los ejemplos son una forma sencilla de visualizar las ventajas que representa un simulador computacional. En este capítulo, presentamos tres ejemplos de simuladores desarrollados por alumnos de la Licenciatura en Ingeniería en Computación de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería de la UAM Cuajimalpa, principalmente durante sus servicios sociales y proyectos terminales. Estos simuladores se concibieron expresamente para apoyar a las unidades de enseñanza-aprendizaje (UEA) del mismo programa.

En primer lugar, presentamos el Sistema Interactivo de Métodos Numéricos (Simetnum) que es, precisamente, un simulador de métodos numéricos. Después, describimos una herramienta flexible para la enseñanza de desarrollo de aplicaciones web disponible en línea, la cual permite a los alumnos trabajar bajo cualquier sistema operativo y desde cualquier lugar, pensada inicialmente para el apoyo a la enseñanza presencial, pero con el potencial para el apoyo a la enseñanza virtual.

En última instancia, presentamos un sistema de apoyo a la enseñanza de la ingeniería de software, que permite la gestión de proyectos a todos los niveles de desarrollo. Este sistema es, en sí mismo, un proyecto de software a gran escala que aún se encuentra en desarrollo. Concluimos este capítulo con algunas reflexiones y comentarios finales.

## Antecedentes

El objetivo general de la Licenciatura en Ingeniería en Computación (LIC) es formar profesionales especialistas en el diseño y en la producción de software de calidad. Se busca fomentar la crítica, la creatividad, la responsabilidad social y la ética en los estudiantes de esta licenciatura, de tal manera que resuelvan problemas de forma innovadora. Por lo que los cursos contenidos en el plan de estudios incorporan actividades para lograr estas habilidades en los alumnos. Particularmente, actividades de aprendizaje por problemas, estudio de casos y el uso de simuladores (Peñalosa, 2013). La importancia de estos últimos radica en que los alumnos tienen la oportunidad de manipular directamente los sistemas y, sobre todo, la oportunidad de equivocarse durante el desarrollo de los sistemas de software (Valerio y Villegas, 1998); errores que en el mundo laboral son generalmente muy costosos. Debido a que nuestra sociedad depende cada vez más de los sistemas de información y de software —por ejemplo, un sistema bancario—, es indispensable que los egresados de la LIC tengan no sólo conocimientos teóricos, sino también prácticos en el desarrollo y gestión de sistemas (Tello, 2008).

## Metodología

Debido a la naturaleza de la LIC, existe una gran necesidad de que los alumnos tengan la mayor experiencia práctica posible, aunado al conocimiento teórico de cada curso en un lapso de doce semanas. Por esta razón, se identificaron las herramientas de inmersión como una forma de apoyo a la docencia de diversas UEA que requieren software especializado.

En este sentido, nos encontramos con dos grandes problemas: por un lado, encontrar los simuladores adecuados que cubran a cabalidad las necesidades específicas de las UEA del plan de estudios de la LIC; por el otro, que dichos simuladores sean de preferencia gratuitos para no generar costos extra a la universidad o a los alumnos mismos. Para ilustrar esto, tenemos el caso de Mathematica®, una herramienta de software ampliamente utilizada en cursos como métodos numéricos, cálculo I, II o III. Sin embargo, su principal desventaja es que requiere el pago de licencias para su uso, además de que no es un software para el uso específico en aulas. De aquí surge la idea de utilizar un software específico y de derechos de uso gratuitos, para que, de esta manera, los alumnos accedan a dicho programa sin necesidad de pagar o de utilizar copias piratas.

Lo anterior, a su vez, suscitó el dilema de generar software propio de la institución que cumpliera con los requisitos específicos del programa de estudios.

Así, surgió la idea de que los alumnos de la licenciatura de los trimestres más avanzados trabajaran en desarrollar los diversos simuladores para apoyar los diferentes cursos. Esto, por supuesto, conllevó un doble beneficio: por un lado, los alumnos usuarios se benefician de los simuladores y, por el otro, los alumnos desarrolladores obtienen la experiencia de trabajar en un proyecto de software real.

## Descripción de los simuladores

En las líneas siguientes describiremos cada uno de los tres simuladores desarrollados por alumnos de la LIC, mismos que los utilizan los alumnos de la UEA como métodos numéricos, administración de proyectos o calidad y pruebas.

### *Sistema de apoyo a la enseñanza de los métodos numéricos: Simetnum*

Cuando se imparte un curso sobre métodos numéricos, es necesario realizar los cálculos paso por paso, para que quede claro cómo funciona cada método y los estudiantes vayan más allá de su utilización sin comprenderlo. En muchos casos, para mostrar algunas propiedades importantes de los métodos, es necesario emplear ejemplos en los que la cantidad de operaciones es muy grande, por lo tanto, es necesario el uso de computadoras para observar el proceso completo detalladamente. Lo usual es utilizar paquetes de software comercial (Mathematica®, Maple® o Matlab®, por citar sólo algunos), para ejecutar los métodos numéricos; empero, estos paquetes no suelen mostrar algunos parámetros que permitan comparar el funcionamiento de los métodos, el número de iteraciones que hacen antes de llegar a una solución. Por otra parte, el uso de los paquetes de software requiere de una capacitación previa del usuario y de ciertos conocimientos de programación, los cuales no suelen tener los alumnos de licenciatura.

El Sistema Interactivo de Métodos Numéricos (Simetnum)<sup>1</sup> es un software didáctico elaborado en la UAM Cuajimalpa, de acceso gratuito y que opera en línea sobre cualquier sistema operativo. Su propósito es que los usuarios (los alumnos) ejecuten fácilmente diversos métodos numéricos y que estudien sus propiedades. Con el Simetnum se obtienen resultados casi inmediatos, ahorrando una importante cantidad de tiempo y esfuerzo, evitando al mismo tiempo muchos errores.

---

<sup>1</sup> Simetnum, con aval del Comité Editorial de la DCNI (UAM Cuajimalpa), 8 de diciembre de 2011. Certificado de registro 03-2012-021312202400-01 del Instituto del Derecho de Autor.

La enseñanza de ciertas características de los métodos numéricos, por ejemplo, el número de iteraciones necesarias o requeridas para alcanzar un resultado, dentro de un margen de tolerancia dado, o los aspectos de los que depende la convergencia de un método, no es una labor sencilla y consume mucho tiempo en el salón de clases. Con el Simetnum es posible observar fácilmente qué tan sensible es el número de iteraciones de un método a los cambios en alguno de los datos de entrada, y son comparables distintos métodos para analizar su pertinencia en la resolución de cierto tipo de problemas. Los estudiantes exploran, con relativa facilidad, cómo cambian los resultados al modificar los datos específicos de entrada, de acuerdo con el método numérico que se utilice.

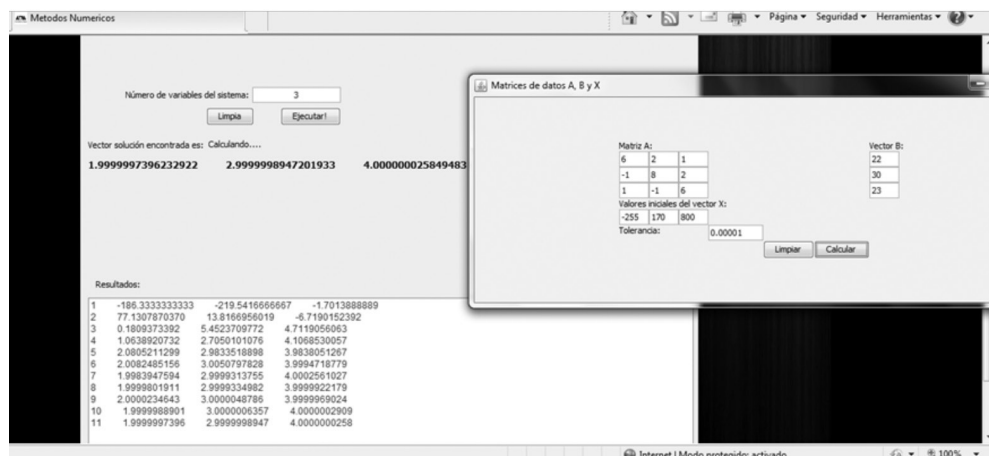
## Ejemplo de aprendizaje: velocidad de los métodos iterativos

Enseñar cuántas iteraciones requiere un método para lograr una precisión (tolerancia) dada, así como los aspectos que dependen de la convergencia del problema, no es una tarea fácil, ya que consume una gran cantidad de esfuerzo en el aula. El Simetnum proporciona resultados con los cuales se observa fácilmente qué tan sensible es el número de iteraciones al cambio de algún parámetro, por ejemplo. Para ilustrar esto, utilizaremos el método de Gauss-Seidel para encontrar la solución al siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{bmatrix} 621 \\ 182 \\ 116 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 22 \\ 30 \\ 23 \end{bmatrix}$$

con el vector solución inicial  $x(0)=[0,0,0]^T$  y una tolerancia de 0.00001. El Simetnum da la aproximación a la solución (2.00000, 3.00000, 4.00000) después de ocho iteraciones. Si se reemplaza el vector solución inicial por  $x(0)=[-255,170,800]^T$ , los estudiantes aprecian que sólo se necesitan once iteraciones para obtener la solución con la misma tolerancia. El alumno advierte que, en algunos casos, el método de Gauss-Seidel converge rápidamente incluso si el vector inicial solución está muy lejos de la solución exacta. La figura 1 muestra un ejemplo con una captura de pantalla de los resultados proporcionados por el Simetnum:

FIGURA 1. EJEMPLO DE RESULTADOS DEL MÉTODO DE GAUSS-SEIDEL OBTENIDOS CON EL SIMETNUM



NOTA: en todos los elementos gráficos incluidos, se trata de capturas de pantalla del software creado en nuestro departamento.

De igual manera, el alumno observa cómo los cambios en el valor de la tolerancia afectan el número de iteraciones que se deben realizar para aproximar la solución del sistema.

Otros aspectos importantes que se ilustran con el Simetnum son la comparación de diferentes métodos para resolver un mismo problema o el manejo de los casos especiales en cada uno de los métodos.

### *Sistema de apoyo a la enseñanza de las aplicaciones web (Seaweb)*

El Sistema para la Enseñanza de Aplicaciones Web (Seaweb) es una herramienta digital de apoyo a la docencia, la cual integra en una sola plataforma la teoría y la práctica para el desarrollo de aplicaciones web. El alumno ingresa a una página web de dicho sistema, donde se proponen prácticas para que los alumnos desarrollen, en línea y paso a paso, su propia aplicación web. Los resultados de las prácticas se encuentran disponibles en línea, sin necesidad de otros dispositivos, como teléfonos o tabletas. Así, el alumno observa el funcionamiento de su aplicación en tiempo real. Esto es gracias a que el Seaweb cuenta con los ejecutables de las prácticas del curso.

Las prácticas están diseñadas para que el usuario reafirme lo aprendido en cada lección. Así, es posible que el alumno interactúe con sus propias aplicaciones y experimente con diferentes datos y secuencias. Las prácticas del curso contienen dos partes: el planteamiento y la solución. El botón "Ejecutar prác-



tica" redirecciona al usuario a la página web que es la solución de la práctica. En esta página, el usuario observa cómo funciona la práctica interactuando con ésta, es decir, se introducen datos y se da clic a los botones para observar la respuesta de la aplicación.

Enseguida presentamos un ejemplo de lo que el usuario puede hacer con el Seaweb. La práctica de la figura 2a está diseñada para que el alumno aprenda a añadir y borrar un registro de la base de datos. En la figura 2a, el usuario da un clic en el botón "Ingresar" y el sistema responde con la página de la figura 2b, que indica que el usuario no ingresó los datos de un usuario que ya está registrado en la base de datos.

FIGURAS 2A Y 2B. POSIBLE SECUENCIA DE INTERACCIÓN  
CON UNA DE LAS PRÁCTICAS DEL SEAWEB



a) Ejemplo de pantalla de bienvenida.

b) Ejemplo de usuario no registrado.

El ejemplo de la figura 3 muestra el registro de un nuevo usuario, con el botón "Registrar" de la figura 2a, que lo conduce a la página de captura de la figura 3a; en cambio, la 3b es la respuesta de la aplicación cuando el usuario selecciona el botón "Guardar" y se registran los datos favorablemente.

FIGURAS 3A Y 3B. EJEMPLO DE REGISTRO DE UN NUEVO USUARIO EN EL SEAWEB

**Registra tus datos**

Cuenta:	PepeJuarez
Nombre:	Jose Juarez
Contraseña:	122424
Mail:	pjuarez@hotmail.com

Borrar Guardar

Regresar

**Registro exitoso en la base de datos**

Se guardaron los siguientes datos:

Cuenta:	PepeJuarez
Nombre:	Jose Juarez
Contraseña:	122424
Mail:	pjuarez@hotmail.com

Regresar

a) Captura de un nuevo registro.

b) Respuesta de la aplicación (con éxito).

Las figuras 4a y 4b ilustran un caso en el que el usuario brinca los datos correctamente; nótese cómo el sistema le da la bienvenida usando el nombre de la persona registrada. El alumno experimenta con diversas cuentas y observa cómo el sistema saluda a cada usuario por su nombre.

FIGURAS 4A Y 4B. EJEMPLO DE INGRESO EXITOSO DEL USUARIO AL SEAWEB

**Bienvenido al sistema de Login!**

Introduce tu cuenta y tu contraseña

Cuenta:	PepeJuarez
Contraseña:	*****

Borrar Ingresar

Registrar

Regresar

**Hola Jose Juarez bienvenido al sistema!**

Consultar Usuarios

Borrar un usuario

Salir

a) Ejemplo de usuario previamente registrado.

b) Pantalla de inicio para el usuario registrado.

Si el usuario realiza varios experimentos, comprenderá los casos en los que la aplicación responde con lo esperado y cuándo responde con un mensaje de error. Por ejemplo, en las figuras 5a y 5b se aprecian las pantallas del sistema, para el caso en que el usuario intenta borrar la cuenta de "PepeJuarez"; en la figura 5a no proporcionó los datos correctamente, de ahí que no se borra el registro y en la figura 5b aquellos sí fueron correctos, por lo que la cuenta se borra adecuadamente.

## FIGURAS 5A Y 5B. EJEMPLO DE ELIMINACIÓN DE UN USUARIO DEL SEAWEB

**a) Intento de eliminar a usuario no existente.**

**b) Eliminación exitosa de usuario.**

Una de las grandes ventajas del Seaweb es que el alumno se convierte en el operador de las prácticas, y así se da una mejor idea de cómo funcionan los servicios de la aplicación.

### *Sistema de apoyo a la enseñanza de la ingeniería de software (QualiTeam)*

El Sistema Gestor de Proyectos de Software, denominado QualiTeam, surge a partir de la necesidad de una herramienta que facilite el desarrollo de software en equipo, mediante la optimización del esfuerzo de los participantes y la aplicación de estándares de calidad de software, en un proyecto acorde con los planes y programas de estudio de la LIC. El sistema QualiTeam es una aplicación web que apoya a los equipos de creación de software en la difícil tarea de realizar un proyecto de desarrollo, siguiendo los estándares internacionales de calidad. El QualiTeam proporciona a la UAM Cuajimalpa un sistema que facilita la generación de software en equipo, mediante la optimización del esfuerzo de los participantes y el aseguramiento de la calidad del proyecto. Este sistema auxilia en el control de la documentación asociada con diferentes proyectos, siguiendo los principios y procedimientos de calidad de la ingeniería del software.

Los alumnos que cursan la UEA Calidad y Pruebas, se benefician con el sistema QualiTeam, pues ayuda en el control de la documentación asociada a los diferentes proyectos, siguiendo los principios y procedimientos de calidad

de la ingeniería de software. Además, una vez que lo conozcan y sepan operar esta aplicación, lo utilizarán para coordinar los trabajos en equipo de cualquier otra UEA de la Licenciatura de Ingeniería en Computación que requiera del desarrollo de un proyecto de software.

Por otra parte, el sistema permitirá, al profesor que dirija o imparta la UEA Calidad de Pruebas, dar seguimiento a las contribuciones individuales de cada participante, lo que posibilitará identificar desviaciones e intervenir oportunamente para orientar a los alumnos en sus esfuerzos y promover una participación más equitativa entre los integrantes de cada equipo.

En las grandes organizaciones, donde se elaboran proyectos de software, se utilizan sistemas similares al QualiTeam, así que éste también es útil para que los alumnos se familiaricen con la sistematización de los documentos de un proyecto.

El QualiTeam es un proyecto de software a gran escala, dividido en los siguientes subsistemas: Administrador de Proyectos, Seguridad, Gestor de Documentos, Requerimientos de Cambio, Reportes de Error e Inspecciones y Pruebas. El Administrador de Proyectos es un subsistema que lleva el control del QualiTeam, permite la creación de nuevos proyectos y el seguimiento de proyectos ya creados. Con dicho subsistema se asignan integrantes a un proyecto, se crean documentos para el proyecto y se establece un estatus a cada uno (en creación, en revisión, aprobado, rechazado). Además, mediante el Administrador del Proyectos se accede a los Reportes de Error de los documentos del proyecto, a los Requerimientos de Cambio, a las Inspecciones y al proceso de Pruebas del proyecto.

## Comentarios finales

Aquí presentamos tres simuladores desarrollados conjuntamente con alumnos de la Licenciatura en Ingeniería en Computación de la UAM Cuajimalpa. Dichos ejemplos demuestran la gran utilidad de los simuladores, que, en el caso de los alumnos de computación, no sólo se limitan a los beneficios de usarlos e interactuar con éstos, sino además los beneficios de involucrarse en el proceso de creación y desarrollo de los simuladores.

Los aquí presentados son nuevas herramientas diseñadas para que los alumnos experimenten y comprendan los conceptos y principios del funcionamiento de la teoría estudiada en las diferentes UEA, tanto del tronco básico como de las relacionadas con la ingeniería de software. De esta manera, los alumnos construyen puentes más sólidos entre la teoría y la práctica. En

este contexto, la pregunta ¿qué pasa si? resulta fundamental, pues con la intermediación de dicha interrogante los alumnos aprenden de sus errores. Con los simuladores, los alumnos tienen permitido (y están obligados hasta cierto punto) preguntarse las posibles consecuencias de sus decisiones; al finalizar, pueden ver esas consecuencias en pantalla.

Cuando se cuenta con simuladores y herramientas digitales de apoyo a la enseñanza, el profesor expande el diseño de prácticas al de experiencias de aprendizaje, las cuales le permiten ilustrar aspectos clave, por ejemplo, condiciones críticas, casos de fallo, comparaciones entre diferentes métodos o secuencias a seguir.

Si bien es cierto que los simuladores son un buen complemento en el proceso de enseñanza-aprendizaje, no se persigue aquí que aquéllos sustituyan la interacción con la realidad en la experiencia laboral, como las prácticas profesionales o las estancias académicas.

## Fuentes

- Aguilar, I. y J. R. Heredia (2013). "Simuladores y laboratorios virtuales para Ingeniería en Computación", *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, núm. 10 (enero-junio), en <<http://ride.org.mx/1-11/index.php/RIDSECUNDARIO/article/viewFile/578/566>>.
- Cataldi, Z., F.J. Lage y C. Dominighini (2013). "Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza", *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, vol. 10, núm. 17: 8-16, en <<http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/101017/A2mar2013.pdf>>.
- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*, México: Pearson.
- Rojó, A. (2012). "Plan de Desarrollo Institucional de la Unidad Cuajimalpa (PDI) 2012-2024". México: UAM Cuajimalpa.
- Salas, R. y P. Ardanza (1995). "La simulación como método de enseñanza y aprendizaje", *Educación Médica Superior*, vol. 9, núms. 1-2: 3-4.
- Valerio, A. y M. E. Villegas (1998). "Computador para aprender sobre el funcionamiento del computador. Curso de sistemas digitales para computación basado en un simulador", en *Memorias del IV Congreso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa*. Brasilia: RiBiE 98,

20-23 de octubre, en <<http://lsm.dei.uc.pt/ribie/pt/congressos/actas.asp?ribie=1&cgrid=13>>.

Tello, L.E. (2008). "Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México", *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 4, núm. 2 (U.O. Catalunya).

Herramientas  
de presentación de contenidos  
y colaborativas





# Diarios colaborativos: el blog como herramienta de co-construcción de conocimiento en el aula

Nora A. Morales Zaragoza\*

## Introducción

La Unidad de Enseñanza Aprendizaje (UEA) de Diseño Tipográfico es optativa, es decir, cualquier estudiante de nuestra unidad —independientemente del área de estudios a la que pertenezca— puede integrarla dentro de su plan de estudios. Generalmente se inscriben alumnos de diseño, aunque ha habido casos en los que alumnos de carreras en Computación, Tecnologías de la Información y Comunicación la han cursado, destacando su interés personal en el diseño de software, interfaces gráficas y medios audiovisuales.

Si se consideran los alcances que requiere una UEA optativa, el objetivo general de ésta se plantea desde una perspectiva homogénea, al querer establecer en el alumno los principios funcionales, formales y expresivos del diseño tipográfico, para aplicarlo en distintos proyectos de diseño. Los objetivos específicos se enfocan en que el alumno comprenda el concepto histórico de la escritura como un antecedente de la tipografía contemporánea y relacione su evolución con los distintos criterios de clasificación.

Por otro lado, los ejercicios prácticos de la clase se centran en que el alumno conozca los aspectos anatómicos de la tipografía y los relacione con los instrumentos de escritura que han definido la forma y evolución de la letra hasta nuestros días. Asimismo, le permiten desarrollar habilidades de observación y exploración del entorno y sensibilización del espacio tridimensional, además de fomentar la coordinación motriz en la soltura del trazo. Más que enfocarse en propiciar las herramientas técnicas para que el alumno realice

---

\* Profesora-investigadora adscrita al Departamento de Teoría y Procesos de Diseño, UAM Cuajimalpa. C.e.: <nmorales@corre.cua.uam.mx>.

su propia tipografía, esta UEA se enfoca en la toma de decisiones que el estudiante realiza para generar cualquier documento informativo de calidad (ya sea una presentación, una interfaz o un reporte de investigación), por lo que es importante que el alumno aplique principios de estética y legibilidad; de igual modo, que conozca la variedad de herramientas tecnológicas disponibles para la gestión y el uso de la tipografía.

## Hacia un perfil del diseñador integral

Conviene resaltar, como contexto de este trabajo, la visión particular que la Licenciatura de Diseño en la UAM Cuajimalpa tiene sobre el perfil del alumno egresado, ya que enfatiza su carácter integral, lo que contempla que sus egresados en su trayectoria académica deben incorporar, en un primer nivel, los conocimientos teóricos y habilidades técnicas propias de la disciplina del diseño, como representar, proyectar, especificar y manejar principios de calidad y composición estética en objetos bidimensionales y tridimensionales. En un segundo nivel, el alumno debe aplicar técnicas de investigación y análisis para el conocimiento de los usuarios y el contexto de diseño en etapas específicas del proceso de éste. Tal enfoque constructivista y experiencial, o de investigación y acción, ubica al alumno con cierta actitud para utilizar los principios de diseño, dentro de un proceso iterativo, centrado en el humano que van a consumir un producto o servicio y considerando la mejor infraestructura para hacerlo posible y se le ha llamado "design thinking" (Brown y Wyatt, 2010: 32) o "pensamiento proyectual sistémico" (González de Cossío y Morales, 2014: 93), y se plantea como una metodología para ayudar tanto a los diseñadores, como a los no diseñadores a resolver problemas y producir resultados fiables e innovadores en cualquier campo, en particular se le ha relacionado con el ámbito de los negocios.

Este nuevo enfoque es, en realidad, una respuesta a la creciente complejidad tecnológica y sobrecarga de información del mundo contemporáneo y al creciente cambio en los mercados laborales, los cuales exigen una evolución de la propia disciplina del diseño, caracterizada por la especificación y producción de objetos; habilidades más relacionadas con el "hacer", a una en la que el diseñador se vuelve un facilitador de dinámicas colaborativas y organizador de la información, cuyas habilidades se relacionan más con "sintetizar" y "planear" para resolver problemas complejos, en relación con un producto o servicio dentro de las instituciones y organizaciones.

En ese sentido, el perfil de egresado que queremos alcanzar es el de un diseñador proyectual sistémico (González de Cossío y Morales, 2014: 94-98), que incorpore el aprendizaje de las habilidades básicas de la disciplina al uso

de su capacidad de síntesis y gestión del proceso de diseño, centrado en las personas, desarrollando una visión consciente de los recursos y su contexto social. Dichas habilidades le permitirán incorporarse a la vida profesional más rápida y eficientemente. En principio, quizás respondiendo a la demanda de habilidades técnicas, como un prefigurador de los objetos y, poco a poco, irse adaptando a las exigencias del entorno, con un papel más estratégico y abierto a la colaboración, aportando valor en la empresa u organización.

## El reto del cambio tecnológico

Nuestra visión es una respuesta al inminente reto que desata el cambio tecnológico en el marco contemporáneo para cualquier disciplina, no sólo en la educación. Destacando la Internet como una de las principales herramientas en el acceso a la información, que trasciende paulatinamente las barreras de riqueza y clase, que compone el preámbulo en esta revolución de la información, cuyo rasgo característico es la tendencia a digitalizarlo todo: "Un mundo donde todo lo que existe o pueda existir es representado en forma digital" (Gray, 2008). Esta situación ocasiona una desmesurada exposición a la información y, por ende, una sobresaturación de contenidos, causando el fenómeno de angustia informativa. Hoy más que nunca, con la evolución de las nuevas tecnologías que aparecen como alternativas (por ejemplo, el computo ubicuo o la "Internet de las cosas"), que prácticamente nos amplía la capacidad de conectar cualquier pieza del mundo físico al virtual, tenemos la necesidad de filtrar las múltiples capas de información que ofrece esta maraña digital, haciéndola clara, accesible y relevante para las personas, tarea que, de alguna manera, nos corresponde tanto a los docentes como a los estudiantes, quienes serán los encargados de idear estas nuevas estrategias y herramientas para encontrar, manipular y presentar la información. Mientras estas estrategias se apeguen más al proceso natural cognitivo humano, serán más efectivas y menos disruptivas.

Precisamente este último punto es el que nos mueve a compartir las diversas estrategias docentes que, en cierto sentido, han sido exitosas al incorporar diversas tecnologías y propiciar situaciones de motivación y aprendizaje, que cada estudiante incorpora en la construcción de conocimiento.

## Metodología

La clasificación de las herramientas digitales que aquí se analizan se basa en la propuesta de tipología de herramientas tecnológicas para la educación, propuesta por Peñalosa (2013), ya que esa taxonomía resulta pertinente en

este trabajo, pues se enfoca principalmente en la función de la herramienta dentro del contexto de enseñanza-aprendizaje en la educación superior (Peñalosa, 2013: 18-30). A partir de cuatro grandes etapas históricas en la evolución de las tecnologías y el desarrollo de diferentes posturas teóricas de la educación, Peñalosa identifica ocho familias de herramientas.

Las herramientas de este caso corresponden, principalmente, a la tercera etapa, la de la web 2.0 y redes sociales y autoría, caracterizada por la modificación de los roles de los usuarios y un consecuente cambio en la naturaleza y estructura de los contenidos, abriendo posibilidades de una nueva modalidad comunicativa que provee de experiencias enriquecidas a los usuarios (Peñalosa, 2013: 26).

Enseguida se enuncian cuatro herramientas claves del caso de estudio, conforme a la tipología propuesta; más adelante, se analiza con detalle el papel que cada una tuvo en la experiencia de aprendizaje y docencia.

### ***El blog, herramientas de co-construcción colaborativa***

El blog pertenece a la familia de co-construcción colaborativa del conocimiento; su principal función es el manejo de contenidos e intercambio de información entre los usuarios; una de sus características principales es la de presentar información que se actualiza periódicamente y recopila en orden cronológico.

### ***Presentaciones didácticas de contenidos***

Las presentaciones de contenidos en secuencias de pantallas o videos son un recurso común en el aula para explicar o aclarar, ya sean elaboradas por los estudiantes o por el docente mismo. Las utilizadas con mayor frecuencia durante el curso fueron Power Point, Prezi, Keynote del sistema operativo iOS y Vimeo.

### ***Bitácora de la clase y herramientas cognitivas***

Una característica peculiar de este curso es la documentación individual del proceso de trabajo del alumno, de todos los ejercicios realizados en el transcurso del trimestre: se caracteriza por la entrega física y digital de un documento al finalizar el curso. Es una herramienta cognitiva porque el estudiante se enfrenta al empleo de un conjunto de aplicaciones que le permitan procesar y configurar la información recabada, con el fin de difundirla entre el resto del grupo. Lo que le permite reflexionar sobre la propia experiencia de aprendizaje y fomentar la actitud crítica.

## *Almacenamiento de archivos en la nube. Autoría y productividad*

Como una herramienta alternativa en el caso en cuestión, se explora el acceso y almacenamiento de los materiales didácticos de la UEA. Debido a que el blog no contaba con suficiente capacidad para almacenar archivos de mucha extensión o peso (como documentales, presentaciones, videos y materiales de lectura), se utilizaron plataformas de servicio de almacenamiento en la nube como Dropbox, Google Drive o simples dispositivos físicos (USB y tarjetas de memoria).

## Descripción del caso

El grupo de Diseño Tipográfico, en el trimestre lectivo de otoño de 2014, estaba conformado por 24 alumnos de la Licenciatura en Diseño y 2 alumnas de la Licenciatura en Computación. La UEA se impartió en una sala de cómputo del cuarto piso de nuestra unidad, equipada con computadoras. Las sesiones duraban dos horas, con una frecuencia de dos días a la semana. La modalidad de conducción de la clase corresponde a la dinámica teórico-práctica, la cual requiere de trabajos en ambientes mixtos; es decir, ciertas sesiones de trabajo con la computadora en clase, otras con actividades de trabajo manual presencial, a manera de taller, que requiere que el estudiante interactúe con materiales físicos y en sesiones colaborativas con el grupo.

Finalmente, incluye también tareas de observación y exploración que el estudiante debe realizar fuera del aula. La estructura de la UEA estaba compuesta por una variedad de ejercicios de aplicación del conocimiento, presentaciones didácticas, lecturas y exposición de material documental. Se hizo hincapié en las actividades prácticas que vinculan al alumno con su entorno cotidiano, así como la documentación sistemática continua de su proceso de trabajo en la bitácora individual, cuyo objetivo principal es la integración del trabajo realizado.

El blog de la clase fue una herramienta tecnológica valiosa, pues puso en marcha actividades de aprendizaje social y ayudó a recuperar la memoria colectiva de las actividades realizadas en el curso, auxiliando a co-construir conocimiento y alcanzando ámbitos fuera de la comunidad universitaria local.

## Blog de la clase

Se utilizó la plataforma de Wordpress para generar el blog de la clase, ello con el fin de mejorar la participación y comunicación de los alumnos, e

involucrarlos más con los temas de la asignatura. Este recurso forma parte de una estrategia docente que inicié desde 2010 con los grupos de la UEA Diseño Tipográfico, con un blog al que llamaron "Tipos UAM";<sup>1</sup> en ese entonces, utilicé la plataforma Posterous,<sup>2</sup> que ofrecía una interfaz amigable y facilitaba las entradas al blog por medio de correo electrónico o celular logrando buenos resultados de participación por parte de los alumnos. Posterous cesó su servicio en el 2012 permitiendo la migración de datos compatibles con la plataforma Wordpress, por lo que se decidió continuar con el blog de la clase con dicha plataforma para que los estudiantes continuaran participando como autores generando contenidos relacionados con la temática propuesta, compartiendo contenidos, experiencias, reflexiones con otras generaciones.

La introducción al funcionamiento del blog se realizó en una primera sesión de la clase en la cual los alumnos crearon su perfil y se dieron de alta en el sistema. Las primeras publicaciones se relacionaron con la búsqueda de contenidos de los temas indicados, sin embargo, en un inicio, las entradas fueron escasas, ya que los alumnos apenas se familiarizaron con el tema y el funcionamiento del blog. Poco a poco, el blog fue ocupando un papel más importante en el trabajo colaborativo de la clase. A continuación, se destacan ciertas estrategias y situaciones que se observaron como aspectos clave en la incorporación del blog como una herramienta de coproducción de conocimiento por parte del grupo.

## Incorporación de actividades de instrucción

Gran parte de la transmisión del conocimiento en la disciplina del diseño se basa en la creación de ambientes de aprendizaje, basados en proyectos, por ello las actividades de instrucción de las dinámicas de los ejercicios deben ser muy puntuales. Generalmente el docente las enuncia en el aula de manera presencial y el alumno toma nota de esas instrucciones, para luego referirse a éstas. En ese caso, el blog resultó una alternativa interesante para recordar al alumno dichas instrucciones. Un ejemplo de introducción a las actividades de la UEA se halla en la entrada del 27 de septiembre en el blog (Tipos UAM, 2014a), en la que se le indica al alumno el sistema de clasificación que debe utilizar como criterio para generar su clasificación, ello como parte del ejercicio del collage elaborado colectivamente en clase.

---

<sup>1</sup> La liga al blog "Tipos UAM" continúa vigente hasta la fecha (<<https://tiposuam.wordpress.com>>).

<sup>2</sup> Plataforma de gestión de blogs, iniciada en 2008 por el fondeo de proyectos semilla en la ciudad de San Francisco, que dejó de existir en marzo de 2012 al ser adquirida por Twitter.

## Ejercicios enlazados e interacción con materiales

Los ejercicios del curso están diseñados de tal forma que el alumno aplica su conocimiento y habilidades, en relación con cierta temática, y se ligan entre sí de tal modo que los ejercicios subsecuentes le permiten ir incorporando conocimientos y habilidades más complejas; es decir, un primer ejercicio sirve de andamiaje para la acción del ejercicio subsecuente, que incluye una actividad un poco más compleja o de mayor dificultad que la precedente. Gracias a esta estrategia docente, el alumno se enfrenta a distintos retos, conforme avanza el trimestre, y ha de tomar ciertas decisiones que incrementan paulatinamente su habilidad para solucionar problemas de manera independiente, o bajo la guía de sus compañeros o del profesor. Enseguida se muestra el ejemplo de dicho concepto.

El primer ejercicio de clasificación tipográfica colectiva se trabajó presencialmente, utilizando como soporte el pizarrón del aula. La dinámica consistió en que el alumno trajera a la clase recortes de letras sacadas de una revista y otro material de publicación impresa. Al inicio de la sesión, el alumno recorta los especímenes y los coloca junto con otros similares, dentro de una categoría previamente definida, basada en los criterios de clasificación tipográfica tradicional.

El participante coloca sus recortes en el conjunto que considera adecuado, de acuerdo a los criterios establecidos y lo sociabiliza con el resto de los participantes. Cabe señalar la flexibilidad para mover cada espécimen y la capacidad para crear nuevos conjuntos, con categorías definidas por el grupo. Por último, se obtiene un modelo de representación grupal en tercera dimensión (figura 1).

FIG. 1. COLLAGE DE CLASIFICACIÓN TIPOGRÁFICA GENERADO EN LA CLASE



Esta actividad reforzó la experiencia sensorial del estudiante, a partir de material de trabajo y fomentó la colaboración participativa, según lo señala Dan Roam, quien caracteriza esas dinámicas dentro de lo que denomina “el principio de la venta de garaje”, y las considera como una estrategia de organización de la información, lo cual propicia una vista completa del panorama del problema, reforzando la memoria colectiva y el trabajo colaborativo.

Otro ejercicio que igualmente refuerza la habilidad sensorial del estudiante y la coordinación de la mano con la mente, son los trazos caligráficos. En estos ejercicios, el estudiante realiza planas de letras y elementos con una plumilla y tinta. Muchas veces la preparación del material o trabajo de concentración para realizar la tarea hace que el tiempo de la clase no sea suficiente, por lo que es común que el alumno se lleve a casa la tarea.

En este caso, el blog sirvió para exponer material tutorial (ya sea video o instructivo), como en el caso de la entrada del 27 de octubre (Tipos UAM, 2014b), ayudando al estudiante a completar la actividad fuera del aula.

Después de la generación del collage, se solicitó a cada alumno otro ejercicio: que eligiera tres ejemplos de especímenes de la misma para analizarlos individualmente, y generar así un catálogo tipográfico de la clase; además, se les pidió que eligieran una tipografía significativa de su entorno cotidiano y que en la siguiente sesión expusieran las razones que la hacen significativa, todo ello en un debate frente al grupo.

Cabe mencionar que el siguiente ejercicio no se puede comenzar hasta que el estudiante obtenga un consenso del grupo respecto de su tipografía significativa. El estudiante que no haya logrado tal consenso, tendrá que seguir buscando la tipografía significativa; en un siguiente ejercicio se le pide que investigue y obtenga información puntual sobre aquella, por ejemplo, que averigüe quién es el diseñador de la fuente, a qué época histórica pertenece y que la clasifique de acuerdo al sistema de clasificación multidimensional dentro del catálogo de la clase.

Los ejercicios subsecuentes se refieren a la exploración de la forma y textura de una sola letra de la tipografía seleccionada, para lo cual requieren de una amplia exploración de arreglos en la composición, en un plano que realizan con un software computacional de dibujo en vectores (figura 2). Por consiguiente, se le pide al estudiante la construcción de una maqueta tridimensional con la tipografía elegida, utilizando materiales no convencionales —diferentes al cartón, papel o madera— que descontextualicen a la propia tipografía, o que evoque de manera muy lejana un atributo de ésta (figura 3).



FIGURA 2. EXPLORACIÓN DE DISTINTOS ARREGLOS DE ELEMENTOS DE LA COMPOSICIÓN CON LA TIPOGRAFÍA "YOU", DISEÑADA POR IAN BRIGNELL (2013), REALIZADOS POR LA ALUMNA CITLALLI ESPINOZA, CON EL PROGRAMA ILLUSTRATOR DE LA SUITE DE ADOBE

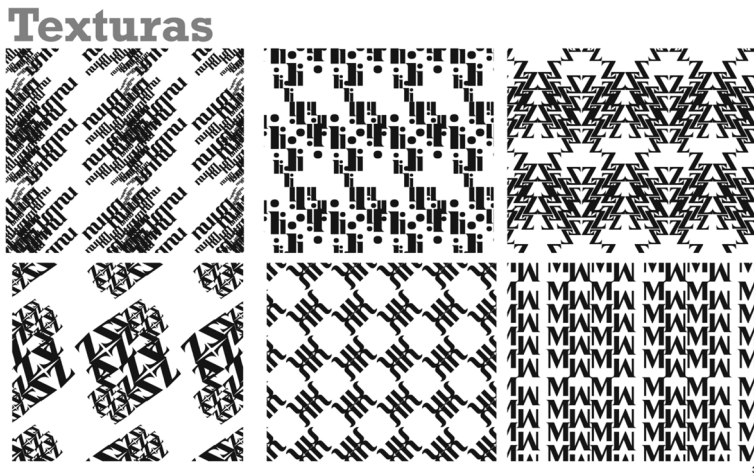
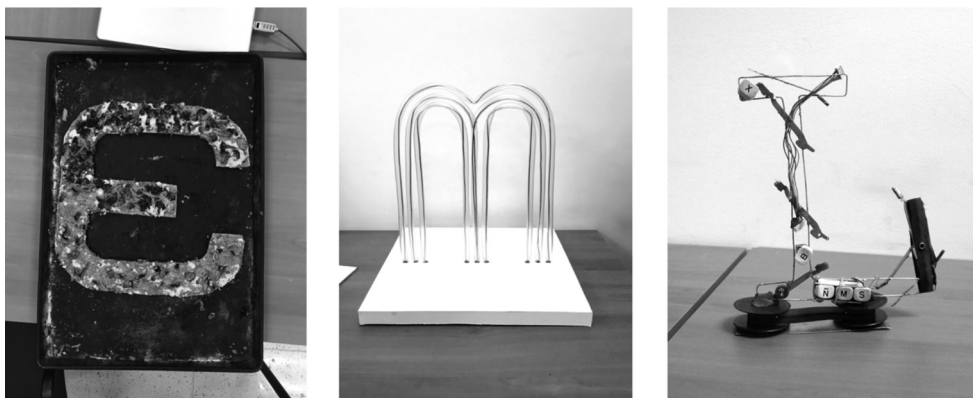


FIG. 3. SERIE DE TRES MAQUETAS DEL EJERCICIO DE TIPOGRAFÍA EN TERCERA DIMENSIÓN. A LA IZQUIERDA, LA TIPOGRAFÍA EUROSTILE, DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, HORNEADA COMO UNA PIZZA, POR FIDEL LÓPEZ; EN MEDIO, LA FUENTE MÉXICO OLYMPIC, DE LAS OLIMPIADAS DE 1968, REINTERPRETADA POR MARIO LÓPEZ; Y A LA DERECHA, LA TIPOGRAFÍA COURIER, REALIZADA CON PIEZAS DE UNA MÁQUINA DE ESCRIBIR POR CHRISTOPHER URIBE



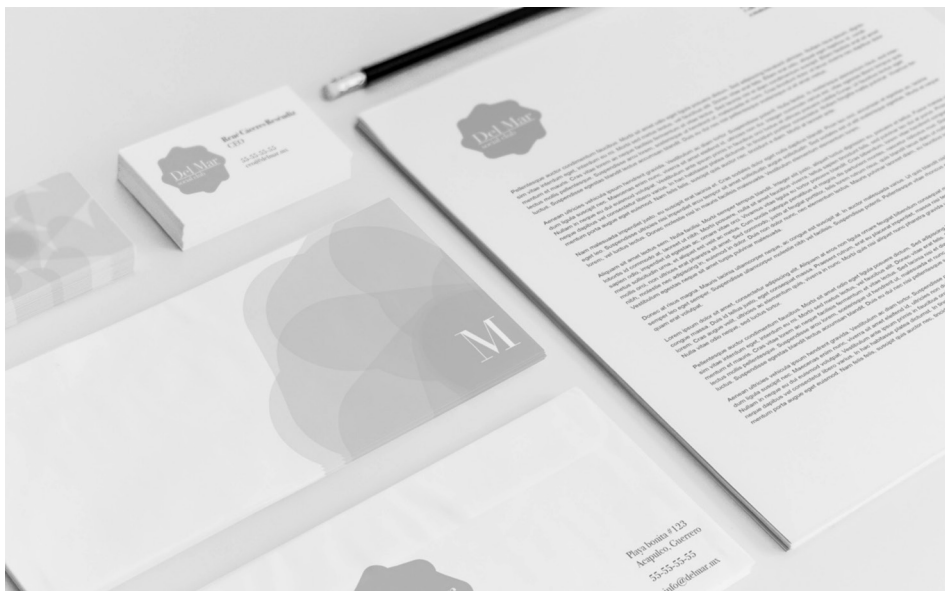
En este ejercicio, el alumno tiene que traducir la información de un objeto bidimensional a un objeto tridimensional, lo cual es una tarea de mayor complejidad y requiere de capacidad cognitiva superior, si el estudiante no

ha realizado el ejercicio previo de conversión del trazo de la letra a vectores en un formato digital, le resultará muy difícil lograrlo. En el siguiente ejercicio de la serie, el alumno hace una exploración de proyecciones de la sombra de la maqueta tridimensional y documenta fotográficamente su proceso. El ejercicio no se puede llevar a cabo si no ha resuelto la maqueta tridimensional.

Estos pequeños retos funcionan como candados para las siguientes actividades, que al aumentar el nivel de complejidad van logrando que el alumno se sienta involucrado en la actividad y poco a poco desarrolle sus capacidades; al mismo tiempo, he observado que estos ejercicios fomentan también el trabajo colaborativo. Por ejemplo, si un alumno va adelantado en el ejercicio de la maqueta, ayuda a resolver la maqueta de otro compañero rezagado. Las maquetas se exhiben a la comunidad a partir de una pequeña exposición que los alumnos mismos montan y organizan con cédulas de clasificación de cada material expuesto, con la información y criterios del catálogo generado previamente en el grupo.

La serie de ejercicios termina con la elaboración de una marca de un producto o servicio hipotético, inspirado en cualquier ejercicio del curso, mostrando por lo menos tres puntos de encuentro de la marca con el usuario, por ejemplo, tarjeta de presentación, desplegado informativo y paleta de colores (figura 4).

**FIG. 4. TRABAJO DE IDENTIDAD CORPORATIVA, A PARTIR DEL EJERCICIO DE EXPLORACIÓN DE TEXTURA, REALIZADO POR RENÉ CÁCERES**



## Presentaciones didácticas y redes sociales

Las redes sociales se utilizan para motivar el aprendizaje del estudiante y volverlo significativo. Enseguida se destacan situaciones de la experiencia docente en las que se combinan las redes sociales, el blog y la bitácora de documentación eficientemente, convirtiéndolos en vehículos para fomentar el conocimiento de los estudiantes, transformándose en experiencias significativas.

La primera muestra cómo aprovechar pequeños materiales de las redes sociales para motivar la participación del estudiante en los temas del curso. En general, los asistentes a éste fueron alentados a buscar tutoriales de los temas de la clase en las redes sociales —un criterio planteado desde el inicio del curso para la calificación de participación—, algunos estudiantes encontraron tutoriales o cuestionarios secuenciales que califican el nivel de conocimiento de los participantes en cierto campo, muy populares en ese entonces y los subieron al sitio.

En una sesión, se presentó la proyección del documental “Helvética” del británico Guri Hustwit, y para evaluar la comprensión del estudiante respecto de los contenidos del documental, apliqué un cuestionario sencillo, en el que una de las preguntas pide ejemplos cotidianos de la tipografía Helvética. Resultó que un alumno encontró una de las pruebas que mencionamos anteriormente que medían el conocimiento de la letra Helvética y me compartió la liga, la cual subí en la entrada del 7 de octubre en el blog (Tipos UAM, 2014c), retando a los tres primeros alumnos de la clase que subieran evidencia de haber obtenido un puntaje alto en dicha prueba obtendrían tres décimas de más en las notas del cuestionario. El reto resultó todo un éxito para la clase, hubo estudiantes que, a pesar de haber obtenido una buena nota en el cuestionario, realizaron la prueba y la compartieron en redes sociales.

Otra experiencia es sobre la creación de presentaciones didácticas realizadas por los estudiantes. En una sesión en la que revisábamos el tema de proporción tipográfica, surgió una duda respecto de un método que permite generar una caja tipográfica del texto, en proporción a la página de manera gráfica y no aritmética. Un alumno recordaba el ejercicio y le pedimos que pasara a explicarlo al pizarrón, en ese momento lo documenté en video con la cámara del teléfono celular, para después publicarlo en la entrada al blog del 22 de octubre (Tipos UAM, 2014d). Esta situación marca la facilidad con la que los alumnos crean sus contenidos y, aunque hay problemas de conversión de los formatos en video para colocarlos en Internet, cada vez son más frecuentes las aplicaciones que integran el video como una alternativa didáctica para la generación de materiales en línea (ejemplos: Vimeo, YouTube e Hyperlapse).

## El diseñador y su contexto social

La facilidad con la que se ligan contenidos de redes sociales al blog y viceversa es una característica que define la popularidad de los blogs, una consideración que hay que tomar en cuenta para el diseño de espacios educativos que pretendan alcanzar una colaboración hacia una escala mayor del salón de clase, aunque dichas dinámicas representen el compromiso de abrir ciertos contenidos a la comunidad, ocasionando problemas con la identidad y privacidad de los participantes y las instituciones son, según mi punto de vista, un riesgo que debemos tomar si deseamos involucrar a nuestros estudiantes en la realidad actual del país.

La experiencia docente que relato a continuación, se presentó en el marco de un suceso violento que marcó tristemente la realidad de nuestro país, el 26 de septiembre de 2014: la desaparición forzada de 43 estudiantes de la Escuela Normal Rural de Ayotzinapa había conmocionado y movilizó a varios sectores de la sociedad, incluyendo al estudiantil. Los alumnos se encontraban inquietos por los acontecimientos ocurridos y se cuestionaban sobre su participación en las diversas marchas u otras maneras de manifestarse. Una respuesta de una alumna al cuestionario del documental respecto a cuál era su opinión general del éste, trajo a la luz una frase de Massimo Vignelli: "Eres siempre hijo de tu tiempo y no puedes escapar de eso" (Huswit, 2007); esta frase incitó a los alumnos a pensar en acciones desde su disciplina y fue entonces cuando surgió la idea de realizar el Concurso de Cartel Tipográfico de #Ayotzinapa. La convocatoria se publicó el 27 de octubre en el blog (Tipos UAM, 2014e), y poco a poco se convirtió en un fenómeno viral en las redes sociales; se recibieron cuarenta carteles, con participación de alumnos de otras universidades y se eligieron doce ganadores. Los alumnos de diseño decidieron imprimir playeras de los primeros lugares; los carteles aún se pueden ver en la exhibición permanente de nuestra unidad. El artículo más visitado del año fue la entrada titulada "Resultado de los carteles", publicada el 14 de noviembre con más de 402 vistas de un total de 3,800 (figura 5). El papel del blog y su divulgación en redes sociales fue crucial para el éxito de esta convocatoria, lo cual requiere cierta gestión y administración de características específicas, como las llamadas "applets" (pequeños programas que mejoran la gestión de un sitio), por ejemplo, los calendarios, mediación de comentarios, etc. De hecho, las sesiones del jurado del concurso se manejaron a través del sitio mismo.

FIG. 5. MUESTRA DE VARIOS CARTELES PARTICIPANTES EN LA CONVOCATORIA



## Documentación y memoria de la clase

Una actividad clave del trabajo en la UEA fue la documentación y generación, por parte del alumnado, en una bitácora de clase, del papel que tuvo el blog en la documentación, pues fue muy relevante; sin embargo, los estudiantes lo utilizaron más que como una guía de la estructura de la información que contendría la bitácora, como un receptáculo de conocimiento.

Como parte de esta documentación sistemática, se enfatiza el uso de la fotografía o el video como una herramienta clave, sobre todo se les pide que la entrega contenga evidencia visual del proceso de los ejercicios. Fue común que los alumnos utilizaran sus dispositivos móviles (el celular o las cámaras fotográficas) en la realización de dichas tareas para la construcción del documento editorial; ello requirió un manejo constante de archivos de gran capacidad y una forma de almacenar dichos contenidos.

Las herramientas que les permitieron almacenar y sincronizar los archivos en línea, así como en las computadoras y dispositivos, variaron en gran medida: desde plataformas como Dropbox, hasta aplicaciones gratuitas como WeTransfer. El cómo compartir archivos y carpetas con otros usuarios es una tarea muy importante para eficientar el trabajo colaborativo, aunque la variedad de herramientas disponibles en el mercado provoca que no exista un sistema homogéneo e integral para el grupo, lo que deriva en fragmentación de la información y, muchas veces, hasta la pérdida de ésta.

Otra desventaja es que los sistemas más populares requieren que, después de cierta capacidad, el usuario pague por el servicio o alojan el contenido

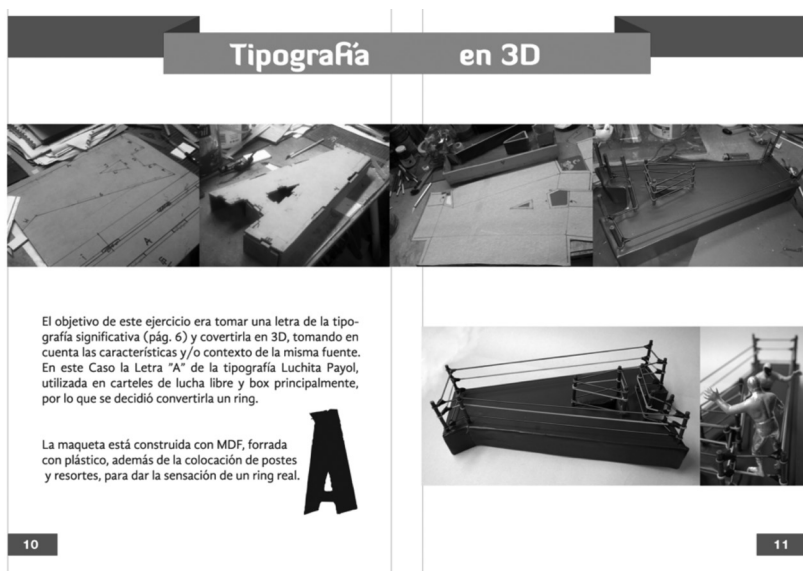
por un breve periodo, lo cual causó que los alumnos tuvieran un sistema más eficiente y recurrieran al uso de las USB como alternativa.

## Herramientas para la cognición

La creación de un documento editorial, como la bitácora del curso, es una tarea compleja y requiere que el estudiante desarrolle destrezas técnicas y cognitivas para la generación de un documento de buena calidad. A pesar de que los alumnos utilizaron dispositivos móviles y cámaras fotográficas para la documentación de su proceso, ninguno empleó herramientas de la familia de ambientes: redes sociales o presentación de contenidos para compartir o guardar sus imágenes; la mayoría utilizó software especializado en composición digital de páginas, como Adobe InDesign o Illustrator, los cuales implican un manejo más sofisticado y cierto nivel de experiencia.

Por otro lado, los estudiantes novatos utilizaron programas más comunes en edición de textos e imágenes, como PowerPoint y Word Office, que son más sencillos de manejar. Lo anterior señala una gran oportunidad de innovación en herramientas digitales de apoyo a los usuarios no familiarizados con software complejos o sofisticados, con la finalidad de diseñar documentos editoriales desde sus dispositivos móviles.

FIG. 6. DESPLEGADO A DOBLE PÁGINA DE LA BITÁCORA DEL CURSO (REALIZADA POR MIGUEL CHÁVEZ), DEL PROCESO DE TRABAJO DEL EJERCICIO DE TIPOGRAFÍA EN TERCERA DIMENSIÓN



## Resultados

Los materiales de evaluación del desempeño general del estudiante que manejé en el curso, se plantearon a partir de los ejercicios realizados y el cuestionario para el documental, ambos permitieron asignar la nota de cada ejercicio realizado en clase. Ahora expongo los criterios para evaluarlos:

- CALIDAD: habilidades para *hacer*. La habilidad de ejecución y toma de decisiones del alumno en cuanto al aspecto final de una pieza de comunicación se relaciona con el conocimiento de las habilidades básicas de la disciplina, de los materiales y principios del diseño. Se califican atributos como limpieza, exactitud, manejo del lenguaje, ortografía y redacción.
- COHERENCIA: habilidades para *entender*. La relación de la pieza que se presenta, en función del cumplimiento de los objetivos planteados en el ejercicio y la consideración del usuario o audiencia, así como el contexto en la solución del problema.
- CREATIVIDAD: habilidades para proyectar, *imaginar*. Se analiza qué tanto es una propuesta novedosa y original en relación con el grupo y la comunidad.
- ENTREGA: cumplir puntualmente con la fecha acordada del ejercicio.

La calificación global de la clase corresponde al 10 por ciento de asistencia, puntualidad y participación en el blog por parte del estudiante; mientras que el 40 por ciento valora su desempeño a partir de los ejercicios del curso. El cartel tipográfico, el montaje de la exhibición de trabajos, junto con el ejercicio de la letra en 3D corresponden a un 20 por ciento de la calificación y, por último, la entrega de la bitácora representa un 30 por ciento de su calificación final. Los resultados finales de la UEA consistieron en un 85 por ciento de estudiantes que lograron un desempeño entre bueno y óptimo; mientras que un 12 por ciento no acreditó la asignatura.

## El blog como herramienta de aprendizaje

En cuanto a la evaluación del blog como herramienta digital mediadora del aprendizaje colectivo, se diría que alcanzó cierto nivel de exposición y comunicación de la información interna de la clase; asimismo fomentó la transmisión con esferas externas a la comunidad educativa, potenciando el aprendizaje del alumno e incentivando una postura amplia y crítica de su entorno. Sin embargo, creo que debimos explorar otras estrategias para que los estudiantes integraran el trabajo realizado con la bitácora y los resultados de los ejercicios realizados durante el curso en el blog, con colaboraciones más relevantes que un simple comentario o liga a un contenido.



Creo que el potencial de las tecnologías digitales en la educación se encuentra limitada en varios aspectos: la falta de una conexión rápida y accesible, la capacidad de memoria de las imágenes y contenidos de diversos materiales didácticos, así como el costo de distintos recursos o plataformas que, en este caso en particular, limitó la participación de los alumnos como parte de una estrategia más integral. No obstante, creo que es pertinente la implementación de tecnologías digitales como mediación del aprendizaje en el aula, pues coincide con la observación que hace Petroski (2011: 18): “La gran mayoría de los usuarios de una tecnología se adaptan a las limitaciones. En efecto, usar cualquier objeto es aceptar implícitamente sus alcances. Pero es parte de la naturaleza humana querer usar los objetos más allá de los límites”.

Entonces, hay que encontrar la disposición y motivación de los alumnos a utilizar ciertas tecnologías y construir, a partir de éstas, herramientas que les permitan apropiarse del conocimiento, generando los andamiajes para llamar su atención y que les permitan involucrarse profundamente con las temáticas y actividades.

Cabe destacar una cualidad positiva del blog ligado a las redes sociales, y es que trasciende el periodo temporal de determinada UEA, abriendo la posibilidad de mantener contacto con el alumno y propiciar la retroalimentación. Un ejemplo concreto de esta herramienta fue la respuesta a la convocatoria del cartel tipográfico, en la que participaron varios ex alumnos, debido a que algunos seguían revisando el blog que generamos cuando tomaron la clase (algunos desde 2010); de hecho, hoy en día hay alumnos que siguen en contacto a través de redes sociales y en ocasiones me envían vínculos electrónicos sobre los temas del curso.

Cuando considero que se trata de información relevante para la temática del curso, las incluyo en el blog, como es el caso de la entrada más reciente (Tipos UAM, 2015). Lo ideal sería continuar con dicho diálogo a nivel institucional, aun cuando ya no seamos los mismos docentes que impartan la UEA, sino que se incorpore en la práctica común como una estrategia docente.

Realizar un diagnóstico integral del aprendizaje significativo de un individuo o colectivo nos lleva a explorar nuevos criterios evaluativos para la colaboración.

Una taxonomía válida la ofrecen Tausczik, Kittur y Kraut (2014), quienes señalan la poca investigación sistematizada y comprensible acerca de los mecanismos involucrados en los proyectos de solución de problemas de manera colaborativa. Su enfoque —en el que convendría profundizar—, se basa en categorizar los tipos de actos colaborativos que realizan en el proceso de



producción de una solución de calidad, en el contexto de una comunidad de solución de problemas matemáticos en línea.

Otros criterios y enfoques auxiliares en la evaluación del aprendizaje profundo y significativo de una experiencia son el replanteamiento, en la filosofía educativa, así como un nuevo enfoque en la enseñanza, en los que se valore el proceso de trabajo y actitud del alumno, considerando el fracaso de un producto o servicio como una fase natural en el proceso de creación de soluciones innovadoras. Tal postura es la que plantea Petroski: señala que el éxito y el fracaso en el diseño se entrelazan; asimismo analiza la acción recíproca de cada cual, destacando el papel de la reacción a la anticipación del fracaso para lograr el éxito (Petroski, 2011: 18).

Como docentes, quizá valga la pena replantearnos nuevos criterios de evaluación, en los que se valore más el proceso del estudiante en el trayecto de aprendizaje y su adaptación, en cuanto a las limitantes que enfrentó, en vez de los logros alcanzados. Las tecnologías digitales en la educación ayudan en la documentación de dicho proceso, de tal manera que se construye así el andamiaje que permitirá al estudiante apropiarse del conocimiento e incorporarlo a su vida, transformándolo en acciones para mejorar su entorno.

## Reflexiones finales

Más que validar el papel del blog como herramienta de aprendizaje, de acuerdo con los objetivos específicos de la clase, se reflexiona en torno a la experiencia docente, a partir del perfil del diseñador integral, quien se concibe como un facilitador del proceso de diseño hacia la sociedad, denotando una sensibilidad cultural y contextual para resolver problemas y encontrar oportunidades. Para lograr tales características, el estudiante requiere desarrollar una capacidad empática con los demás, además de llevar los contenidos de éste y otros cursos a un nivel de aprendizaje profundo y significativo, es decir, que los conocimientos adquiridos cobren un nuevo sentido para él y los integre a sus conocimientos previos para entender y actuar en el mundo (Mayer, 2008, citado por Peñalosa, 2013: 86-87).

Se diría, entonces, que el blog y la documentación de la bitácora de la clase son herramientas que propician, paulatina o gradualmente, la construcción del conocimiento colectivo en el trayecto educativo del estudiante, y lo acercan a fomentar su capacidad empática hacia el grupo, al transferir los conceptos a otras situaciones similares a las que después se enfrentará. En las líneas subsecuentes describo un ejemplo (hipotético) de cómo el estudiante integra estos conocimientos, usando el ejercicio de tipografía en tercera dimensión.

Un alumno presenta la pieza final del ejercicio con la que obtiene una calificación reprobatoria, considerando los criterios de los ejercicios mencionados anteriormente. Sin embargo, el mismo alumno presenta suficiente evidencia del proceso de producción del ejercicio en subitácora, en la que se aprecia que, antes de llegar a la pieza presentada, realizó varios prototipos de maquetas fallidas, en su afán por lograr una pieza original e innovadora. Debido a la restricción en los tiempos del ejercicio, el estudiante tomó la decisión de reemplazar la pieza trabajada hasta ese momento, por otra opción más fácil de elaborar. Al evaluar el proceso del estudiante, el docente se percató de que el resultado final de la pieza entregada en el ejercicio no refleja una falta de compromiso del estudiante, sino la falta de tiempo para desarrollar la pieza con buena calidad; o bien la falta de conocimiento del comportamiento de los materiales.

Por el contrario, el hecho de que el alumno haya explorado distintas posibilidades y tomado una decisión al respecto, lo acerca más a una actitud proactiva respecto de su conocimiento y habilidades. Haber realizado suficientes iteraciones del ejercicio lo condujo a la incorporación de nuevo conocimiento y quizás a la factibilidad de que el alumno tomó y tomará mejores decisiones cuando se enfrente, en un futuro cercano, a situaciones similares.

## Fuentes

Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Nueva York: Harper Business.

Brown, T. y J. Wyatt (2010). "Design Thinking for Social Innovation", *Stanford Social Innovation Review* (invierno).

González, M. y N. Morales (2014). "El pensamiento proyectual sistémico y su integración en el aula", en María Elena Onofre, coord; *El diseño en foco: modelos y reflexiones sobre el campo disciplinar y la enseñanza del diseño en América Latina*. Buenos Aires: Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (Cuadernos, 49).

Gray, D. (2008). "The Whirl" (video), entrada del 11 de agosto en el blog <<http://xplanner.com/2008/04/11/the-whirl/>>, consultado el 23 de agosto de 2015.

Hustwit, G. (productor y director) (2007). "Helvetica", en <<https://www.youtube.com/watch?v=JqPuqvaJGMQ>>.

- Morales, N. (productora) (2014). Tipos UAM, 27 de octubre, blog de la clase de Diseño Tipográfico UAM Cuajimalpa, en <<https://tiposuam.wordpress.com/>>, consultada el 23 de agosto de 2015.
- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.
- Petroski, H. (2011). *El éxito a través del fracaso. La paradoja del diseño*. Trad. de L.A. Llanas. México: FCE.
- Roam, D. (2008). *The Back of the Napkin. Solving Problems and Selling Ideas with Pictures*. Nueva York: Penguin (Portfolio).
- Tausczik, Y.R., A. Kittur y R.E. Kraut (2014). "Collaborative Problem Solving: A Study of Math Over Flow", en *CSCW'14 Conference of Computer Supported Cooperative Work*. Baltimore: ACM Association for Computing Machinery.
- Tipos UAM (2015). "Un juego que pone a prueba tu conocimiento tipográfico", en <<https://tiposuam.wordpress.com/2015/08/29/un-juego-que-pone-a-prueba-tu-conocimiento-tipografico/>>, consultada el 30 de agosto de 2015.
- Tipos UAM (2014a) "Clasificación de la letra", en <<https://tiposuam.wordpress.com/2014/09/27/clasificacion-de-la-letra/>>, consultada el 20 de agosto de 2015.
- Tipos UAM (2014b). "¿Qué tan expertos son en Helvetica?", en <<https://tiposuam.wordpress.com/2014/10/07/que-tan-expertos-son-en-la-helvetica/>>, consultada el 18 de agosto de 2015.
- Tipos UAM (2014c). "Tutoriales de ejercicios caligráficos", en <<https://tiposuam.wordpress.com/2014/10/27/videos-de-ejercicios-caligraficos/>>, consultada el 18 de agosto de 2015.
- Tipos UAM (2014e). "Convocatoria: Diseño de Cartel Tipográfico #Ayotzinapa", en <<https://tiposuam.wordpress.com/2014/10/24/convocatoria-diseno-de-cartel-tipografico-ayotzinapa/>>, consultada el 28 de agosto de 2015.

Tipos UAM (2014d). "¿Cómo encontrar la proporción de la caja tipográfica en la página?", en <<https://tiposuam.wordpress.com/2014/10/22/metodo-para-encontrar-la-proporcion-de-la-caja-tipografica-en-la-pagina/>>, consultada el 28 de agosto de 2015.

Wurman, R. S. (2001). *Angustia informativa*. Trad. de M.A. Basualdo. Buenos Aires: Pearson (Pearson Educación).

# El uso del glosario y de las wikis en la enseñanza universitaria

Mariana Moranchel Pocaterra\*

## Introducción

**D**e acuerdo con lo establecido en el Plan de Desarrollo Institucional de la Unidad Cuajimalpa (2012-2014),<sup>1</sup> el modelo educativo de la institución se basa en el aprendizaje significativo, centrado en los alumnos, con el objetivo de que desarrollen habilidades. Por otra parte, el Informe de la evaluación a la Licenciatura en Administración de la UAM Cuajimalpa, realizado por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES, 2012), señaló la necesidad de modificar los métodos de enseñanza, acorde con el modelo constructivista. En ese mismo informe, se propuso diseñar instrumentos y procedimientos de evaluación del aprendizaje ad hoc a dicho modelo educativo.

Bajo la consideración de ambos documentos, decidimos abordar la UEA Estado y Derecho, que se imparte en el sexto trimestre de la Licenciatura en Administración (LA), a la luz del enfoque constructivista, para centrar el modelo educativo en el alumno, convirtiéndolo en el artífice de su propio aprendizaje.

En este sentido, el modelo constructivista busca que el conocimiento lo construya el alumno, a partir de reducir el objeto de conocimiento a lo más esencial, esto es, a través de la concreción de objetivos de aprendizaje y de tener la capacidad de alcanzarlos por medio del estudio personal y de la interacción con compañeros del aula; con esta perspectiva, el docente deja de ser el protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje y se convierte en un facilitador del conocimiento, mediante la introducción de actividades pertinentes que lleven a los estudiantes a alcanzar dichos objetivos y construir su propio aprendizaje.

---

\* Profesora-investigadora, adscrita al Departamento de Estudios Institucionales, UAM Cuajimalpa. C.e.: <mmoranchel@correo.cua.uam.mx>.

<sup>1</sup> Aprobado por el Consejo Académico, sesión CUA-74-12 del 12 de diciembre de 2012.

Sin embargo, para lograr un aprendizaje significativo y relevante, se requiere que el alumno se involucre como un actor activo en dicho proceso. A diferencia del aprendizaje tradicional, esta teoría se centra en la construcción del conocimiento, no en su reproducción. Por ello, Hernández (2008: 27) sostiene que un componente importante del constructivismo consiste en señalar que la educación se debe enfocar en la realización de actividades relevantes y con utilidad en el mundo real.

En otras palabras, para que el aprendizaje sea significativo, no sólo debe implicar, según Zabala y Arnau (2013), una memorización comprensiva, el recuerdo de aquello que se ha comprendido, sino cuando sea posible su aplicación en contextos distintos y contribuya a mejorar la interpretación de la realidad en situaciones que la hagan necesaria.

En la búsqueda por generar un aprendizaje relevante, es importante que el alumno experimente, interactúe, reflexione o se comunique (Schwartrtz y Polishuke, 1998: 19), por ello, es conveniente diseñar entornos que comprometan a los alumnos a trabajar en la apropiación de su conocimiento y a desarrollar diversas habilidades cognitivas, para lo cual se debe impulsar una serie de actividades dentro y fuera del aula.

Pero nada de esto es posible si el alumno no es consciente de ello. El principal desafío ante cualquier proceso de enseñanza es conseguir que el estudiante:

- a) Quiera aprender las habilidades definidas.
- b) Aprenda cómo aplicar estas habilidades y estrategias pragmática y eficazmente.
- c) Tenga una oportunidad para practicarlas, cada vez más en contextos que, finalmente, las convertirán en parte de su comportamiento (Dilts, y Epstein, 2003: 42).

De ahí que el nuevo modelo educativo tiene como reto fundamental, la generación de materiales adecuados, tal y como lo afirman Díaz y colaboradores:

La prioridad de la enseñanza no debería ser crear materiales técnicamente perfectos, sino pedagógicamente adecuados, significativos y útiles para cada grupo de alumnos en general y cada alumno en particular, utilizando para ello cualquier recurso a nuestro alcance más o menos sofisticado: ordenadores, pizarras digitales, tabletas, PC, cámaras de fotos y videos digitales, scanner, web cam [...], apoyándonos en programas de tratamiento de texto, de imágenes, presentaciones, o en materiales elaborados en la clase u obtenidos desde Internet (Díaz et al., 2006).

De esta manera, elaborar materiales pedagógicamente adecuados sólo es posible si se cuenta con los recursos educativos disponibles. Con esta premisa, las herramientas creadas a partir del uso de las TIC se han vuelto imprescindibles, ya que buscan promover el aprendizaje significativo, convirtiendo al alumno en el artífice de su conocimiento.

En el caso específico de la UAM Cuajimalpa, las TIC están disponibles tanto en el Aula Virtual, como en la Plataforma Educativa. Se trata de un elenco de herramientas digitales que los alumnos han experimentado con algunas de éstas, entre las que destacan las bases de datos, chats, cuestionarios, encuestas, foros, *Hot Potatoes Quiz*, Paquete SCORM, blogs, glosarios, wikis, etc., y que para efectos de nuestra UEA Estado y Derecho han sido ampliamente utilizadas.

## Metodología

El objetivo general de la LA es “crear administradores profesionales que tengan las habilidades suficientes para comprender los problemas económicos, sociales y políticos que enfrentan actualmente las organizaciones”, de acuerdo con esto, se observa que el enfoque constructivista coadyuva a que los alumnos obtengan dichas habilidades y conocimientos.

Conforme con lo señalado por Peñalosa (2013: 29-31), existe una tipología de las herramientas tecnológicas, cuyo conocimiento es importante de tal manera que es esencial que los docentes las incorporen a sus prácticas educativas. Peñalosa agrupa las herramientas en ocho familias: de ambientes, presentación, co-constructiva, autoría y productividad, comunicación, inmersión, estrategias y herramientas cognitivas.

Para el caso particular de la UEA Estado y Derecho, decidimos emplear las herramientas co-constructivas, especialmente el glosario y las wikis. El motivo de esta decisión tiene que ver con el contenido curricular de la asignatura: “Comprender y analizar la relación entre el Estado y Derecho a través de los conceptos principales, las teorías clásicas y contemporáneas, así como el sistema jurídico mexicano”.

Cabe destacar que buena parte del éxito en la aplicación del uso de las TIC en la docencia universitaria se encuentra en la capacidad del docente para elaborar un documento en el que se especifique en detalle la actividad a desarrollar y lo que se espera de los alumnos. Ciertamente, el profesor será la guía en todo momento, pues él es quien acompaña a sus estudiantes en la reconstrucción del conocimiento.

## Descripción del caso

Con el fin de lograr un diseño de entornos de aprendizaje constructivista, mediante el uso de las TIC, fue necesario considerar algunos elementos didácticos; lo primordial fue que la UEA de Estado y Derecho tenía un contenido programático muy teórico, en el que los alumnos debían conocer, a conciencia, conceptos propios de la materia. Además, con esta práctica se buscó fomentar entre los estudiantes habilidades cognitivas, por ejemplo, la obtención y clasificación de información, lo que redundaría en lograr un importante desarrollo teórico conceptual.

Al ser un grupo numeroso de alumnos, se decidió diseñar una actividad en equipos de tres a través de grupos colaborativos<sup>2</sup> para que elaboraran un glosario de términos relacionados con el contenido principal de la UEA, esto es, el análisis del concepto de Estado y sus elementos, logrando como producto un catálogo léxico con una definición o explicación de cada cual. Al final del curso académico, cada equipo colaborativo puso a consideración del grupo el resultado de su trabajo.

Asimismo, otro tema de vital importancia para el desarrollo y comprensión de la citada UEA lo fue el aprendizaje de las distintas teorías que a lo largo de la historia han establecido juristas, filósofos, politólogos, etc., relativos a la organización estatal y sus atributos. Para este tema en particular, se decidió impulsar la creación de una wiki, cuyo contenido debía versar —de manera panorámica—, sobre los teóricos del Estado y su contribución en el mundo de las ideas políticas. El trabajo también se organizó en equipos de tres, mediante el uso del formato de equipos colaborativos, cuyo resultado debía mostrarse a través de una presentación oral. A través del uso de esta TIC y su presentación en clase, se buscaba que los alumnos desarrollaran habilidades como expresión escrita y expresión oral.

Otros de los objetivos buscado mediante la aplicación de ambas herramientas digitales, —glosario y wikis— fueron los de fomentar la creatividad e innovación dentro del proceso de aprendizaje. Para llevar a buen puerto ambas prácticas, era menester que los alumnos participaran, desde el primer momento, cumpliendo con las instrucciones propuestas en los plazos establecidos.

Para comprobar hasta qué punto las actividades indicadas estuvieron debidamente diseñadas por el docente y establecer en qué medida los alumnos lograron sus metas en la construcción de nuevos conocimientos, fue necesario incluir elementos de medición. En ese sentido, se fomentó el desarrollo

---

<sup>2</sup> Sobre este tema, véase Moranchel (2011).



de la evaluación continua, la cual consideraba diferentes competencias de acuerdo a su naturaleza, esto es, conceptuales, procedimentales y actitudinales. Por ello, con la finalidad de lograr coherencia entre las situaciones a evaluar y el progreso de los alumnos, se impulsó la evaluación formativa, recurriendo a la autoevaluación y a la coevaluación.

A continuación expondremos los lineamientos generales que se entregaron a los alumnos para la realización de las actividades señaladas por lo que integraremos las instrucciones y las rúbricas que se habilitaron en el aula virtual de la UAM Cuajimalpa para que cada equipo elaborara un glosario titulado "Estado y Derecho" y las wikis "Teóricos del Estado".

### **Glosario "Estado y Derecho"**

Un glosario es un catálogo de palabras de una misma disciplina, de un mismo campo de estudio, etc., definidas o comentadas. De acuerdo con su etimología, la palabra glosario proviene del latín *glossarium*, formado por *glossa* (palabra oscura) y el sufijo *-arium* (lugar para guardar cosas), esto es, un "lugar donde se colocan palabras que no se entienden o que son oscuras". Se distingue de un diccionario porque el glosario contempla únicamente términos seleccionados para un área de conocimiento en particular.

La estructura del glosario se logra a través de una lista de palabras a las que acompaña su significado, según el contexto de estudio, que en este caso será el relativo al Estado y todos los términos que se utilicen para analizar dicho concepto. A cada una de estas palabras se les llama entradas o lemas. Si una palabra tiene más de un significado, se le llama acepción.

Crear un glosario de términos relacionados con la voz "Estado" enriquece el vocabulario del estudiante, lo que conlleva un mejor manejo de la lengua, así como un desarrollo de habilidades comunicativas (escritas o verbales). De igual manera, el conocimiento específico del significado de las palabras ayudará al estudiante a una mayor comprensión y dominio del tema, además de que forma parte de la calificación final.

Con el glosario se pretendía que los alumnos construyeran parte de sus conocimientos a partir de la concreción de los objetivos de la UEA, de manera que obtuvieran un bagaje conceptual importante; además, el uso de esta herramienta posibilitó a los estudiantes desarrollar habilidades digitales (de autosuficiencia digital, instrumentales de navegación y digitales relacionadas con la información), así como cognitivas (elaborar, organizar y distribuir la información) para relacionar esa información en contextos más complejos.

Con el fin de contribuir al logro de los objetivos trazados en este libro y colaborar en la visualización e intercambio de prácticas docentes que enfatizan la aplicación del modelo educativo de la UAM-C, en el cuadro 1 se exponen los lineamientos entregados a los alumnos para la elaboración del glosario "Estado y Derecho".

### CUADRO 1. INSTRUCCIONES DEL GLOSARIO "ESTADO Y DERECHO"

Objetivos. Al terminar la actividad, el alumno será capaz de:

1. Elaborar conceptos concretos, correctos y estructurados.
2. Buscar, seleccionar y organizar la información relevante en bibliotecas físicas y digitales.
3. Adquirir estrategias básicas de búsqueda de información.
4. Localizar, seleccionar y optimizar la información en la Internet.
5. Identificar el lenguaje especializado, a fin de gestionar la información.
6. Aplicar los conocimientos previos para el aprendizaje de nuevos contenidos.
7. Presentar la información que se ha obtenido por escrito y oralmente.

Para la elaboración del glosario, se deben considerar las siguientes cuestiones:

- I. *Dónde obtener información.* Ésta se encuentra en la Internet y en bibliotecas universitarias. Para potenciar sus habilidades digitales es importante que revisen el siguiente artículo:

Angós Ullate, José María y José A. Salvador (1999). "Criterios para evaluar la calidad de las fuentes de información en Internet", *Scire: Representación y organización del conocimiento*, vol. 5, núm. 2: 99-114.<sup>1</sup>

Por otra parte, con el objetivo de facilitar su labor de búsqueda y selección de información, es recomendable consultar los siguientes documentos:

- a) Diccionarios especializados.
- b) Textos (semi)expertos. Se refiere a artículos de divulgación publicados en revistas que se dirigen a un público (semi)experto, o legos informados en otras disciplinas, por ejemplo, de ciencia política, de Derecho, etcétera.
- c) Textos especializados de la materia a analizar. Pueden ser artículos científicos y monografías de Teoría general del Estado.<sup>2</sup>

- II. *Cómo elaborar cada voz del glosario.* Elaborar una definición no es tarea fácil, implica considerar distintos elementos. Para homogeneizar las pala-

bras que deben definir, es necesario que comprendan algunas cuestiones relevantes que a continuación señalamos:

- a) Definir quiere decir delimitar, poner límites; por ende, una definición es una expresión de lo que es un objeto, sin quitarle ni añadirle nada. Una definición bien hecha es muestra de pensamiento correcto, con ello se eliminan ambigüedades del vocabulario, lo que hace posible la uniformidad del pensamiento y evita discusiones estériles.<sup>3</sup>
- b) Existen dos tipos de definiciones: nominal y real. La primera se refiere al nombre de la palabra, esto es, establece el sentido que ésta tiene. Para elaborarla es recomendable que busquen en el *Diccionario de la lengua española* el origen etimológico de la palabra (<<http://lema.rae.es/drae/>>).

El segundo tipo de definición es la real y se refiere a la cosa u objeto significado. Puede ser descriptiva o esencial. La definición descriptiva se refiere a las propiedades más típicas del objeto, mientras que la esencial se ejecuta con base en el género próximo y la diferencia específica.

- c) Las reglas de la definición que deben seguir son las siguientes:
  - i. Breve pero completa, esto es, exacta, sin que sobren o falten notas características.
  - ii. Aplicable sólo a lo definido.
  - iii. Clara. Evitar palabras ambiguas, metafóricas o de significado desconocido.
  - iv. La palabra definida no debe emplearse en la definición.
  - v. No debe ser una definición en términos negativos.
  - vi. Debe indicar atributos esenciales (género próximo y diferencia específica).
- d) En caso de que la voz tenga varias acepciones, es necesario que utilicen las que se relacionan directamente con la Teoría general del Estado.

III Qué incluir en cada voz. Además de la definición, cada entrada debe contener los siguientes datos:

- a) *Bibliografía*. Señalar con precisión de dónde obtuvieron la información. Si es un libro impreso (autor, obra, lugar de edición, año), o si es información obtenida de la red (indicar toda la dirección, esto es, la URL y el día en que se revisó).

b) *Vínculos*. Colocar algunas direcciones de Internet (las direcciones URL) que sean interesantes respecto del concepto y que pudieran ser de utilidad para ampliar el tema.

NOTA: uno de los grandes problemas académicos de nuestro tiempo es el plagio, esto es, *la falta absoluta por el respeto a los derechos de autor*, que es cuando las personas utilizan información obtenida de otra fuente y se “olvidan” de colocar la referencia. Por tanto, *no se puede copiar íntegramente el contenido de las páginas* (copiar y pegar está prohibido), es preferible extraer las ideas principales y luego redactar su entrada. Además, no olviden que en cada entrada se debe mencionar la fuente de donde se obtuvo la información, sea porque tomaron la idea literalmente o porque la parafrasearon.

Para evitar el plagio y la difícil situación académica en la que se puede caer, acudan a la página web del Centro Internacional para la Integridad Académica (<http://www.centrodeintegridadacademica.org.mx/>).<sup>4</sup>

No olviden que *la integridad académica* “es un compromiso de cinco valores fundamentales: honestidad, confianza, equidad, respeto y responsabilidad”.<sup>8</sup> Recuerden incluir el nombre de los autores de la voz.

INSTRUCCIONES: el glosario se realizará en equipos de tres personas, cuyos integrantes han sido seleccionados al azar.

Cada equipo presentará en clase sus voces y serán capaces de defender el contenido de cada una.

*Fecha de entrega de las voces del glosario: 18 de junio de 2015.*

*Forma de evaluación.* Cada equipo tendrá que calificar a sus integrantes (coevaluación) y la profesora también evaluará el proceso de creación y el resultado final, a partir del uso de las rúbricas que se han preparado para tal efecto. La actividad tendrá un valor del 20 por ciento sobre la calificación final.

*Palabras a desarrollar.* En esta ocasión, la decisión de las palabras por definir ha surgido del contenido de la temática de la propia UEA: **Acción política; Administración pública; Autocracia; Burguesía; Burocracia; Centralismo; Ciudadanía; Coercibilidad; Comunidad política; Confederación de Estados; Constitución Política; Contrato social; Declaración de los Derechos del Hombre; Democracia; Derecho; Derecho natural; Derecho positivo; Derechos humanos; Desconcentración; Despotismo; Dictadura; División de poderes; Equidad; Estado; Estado de**

Derecho; Estamento; Federalismo; Garantías individuales; Gobierno; Imperialismo; Jefe de Estado; Jefe de gobierno; Jurisdicción; Justicia; Monarquía; Municipio; Nación; Nacionalidad; Normas jurídicas; Oligarquía; Opinión pública; Personalidad jurídica; Población; Poder ejecutivo; Poder judicial; Poder legislativo; Presidencialismo; Presidente; Primer ministro; Pueblo; Régimen político; Representación política; República; Revolución; Rey; Soberanía; Teocracia; Territorio; Totalitarismo; Tratado internacional; Uniones de Estados.

- <sup>1</sup> <<http://ibersid.eu/ojs/index.php/scire/article/view/1119/1101>>, revisada el 4 de abril de 2015.
- <sup>2</sup> Vid. Elena Ciapuscio Guiomar (2010). Textos especializados y terminología. Barcelona: Documenta Universitaria.
- <sup>3</sup> Vid. Raúl Gutiérrez Sáenz (2006). Introducción a la Lógica, 9ª ed. México: Esfinge, pp. 107 y ss.
- <sup>4</sup> <<http://www.eafit.edu.co/minisitios/atreverseapensar/articulos-interes/Documents/principios-integridad-icai.pdf>>, revisada el 4 de abril de 2015.

Una vez expirado el plazo de entrega del glosario, se inicia la segunda parte de la actividad, en la que los equipos deben presentar las voces en el aula, sometiéndolo a evaluación por parte de sus compañeros y del docente.

Medir el grado de avance y la adquisición de las habilidades cognitivas ya mencionadas, supone desarrollar una evaluación formativa que procure la reflexión sobre el propio aprendizaje. Con la intención de desarrollar entre los alumnos la capacidad para valorar trabajos, se decidió implementar dos herramientas de medición, la coevaluación y la evaluación por parte del docente mediante el uso de rúbricas. Esta forma de evaluar ofrece retroalimentación a los alumnos y refuerza su grado de autonomía.

Para realizar la rúbrica, se consideraron las habilidades que los alumnos debían de adquirir o potenciar a través del desarrollo del Glosario "Estado y derecho". A continuación, incluimos la rúbrica utilizada para evaluar y coevaluar a los equipos.

**CUADRO 2. RÚBRICA PARA EVALUAR  
Y COEVALUAR EL GLOSARIO "ESTADO Y DERECHO"\***

<b>Criterios</b>	<b>Puntuación</b>			
	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	La introducción es atractiva, plantea el tema principal y anticipa la estructura del trabajo.	La introducción claramente plantea el tema principal y anticipa la estructura del trabajo, pero no es particularmente atractiva para el lector.	La introducción plantea el tema principal, pero no anticipa adecuadamente la estructura del trabajo ni es atractiva para el lector.	No hay una introducción clara del tema principal o la estructura del trabajo.
<b>Estructura de la voz</b>	Las definiciones están integradas en un orden lógico y la forma en que son presentadas mantiene el interés del lector.	Los detalles son puestos en un orden lógico, pero la forma en que son presentadas o introducidas algunas veces son menos interesantes.	Algunos detalles no están en un orden lógico o esperado, y distraen al lector.	Las definiciones no están en un orden lógico o esperado. Hay poco sentido de organización de la voz.
<b>Requisitos</b>	Cumplió con todos los requisitos. Excedió las expectativas.	Todos los requisitos fueron cumplidos.	No cumple satisfactoriamente con un requisito.	Más de un requisito no fue cumplido satisfactoriamente.
<b>Contenido</b>	Cubre los temas a profundidad con detalles y ejemplos. El conocimiento del tema es excelente.	Incluye conocimiento básico sobre el tema. El contenido parece ser bueno.	Incluye información esencial sobre el tema, pero tiene 1-2 errores en los hechos.	El contenido es mínimo y tiene varios errores en los hechos.
<b>Fuentes</b>	Todas las fuentes usadas son adecuadas y citadas correctamente.	Todas las fuentes usadas son adecuadas y la mayoría son citadas correctamente.	La mayor parte de las fuentes son adecuadas y citadas correctamente.	Muchas fuentes usadas no son adecuadas o no están citadas correctamente.

Criterios	Puntuación			
	4	3	2	1
<b>Gramática y ortografía</b>	El escritor no comete errores gramaticales u ortográficos.	El escritor comete de 1-2 errores gramaticales u ortográficos.	El escritor comete de 3-4 errores gramaticales u ortográficos.	El escritor comete más de 4 errores gramaticales u ortográficos.
<b>Estructura de la oración (fluidez de la oración)</b>	Todas las oraciones están bien construidas y tienen una estructura variada.	La mayoría de las oraciones están bien construidas y tienen una estructura variada.	La mayoría de las oraciones están bien construidas, pero tienen una estructura similar.	A las oraciones les falta estructura y parecen estar incompletas o no tener sentido.
<b>Uso de mayúsculas y puntuación (convenciones)</b>	El escritor no comete errores en el uso de mayúsculas o en la puntuación, por lo que el trabajo es excepcionalmente fácil de leer.	El escritor comete 1 o 2 errores en el uso de mayúsculas o en la puntuación, pero el trabajo todavía es fácil de leer.	El escritor comete más de 3 errores en el uso de mayúsculas y/o en la puntuación, lo que llama la atención del lector e interrumpe el flujo de información.	El escritor comete varios errores en el uso de mayúsculas y/o en la puntuación, lo que llama la atención e interrumpe en gran medida el flujo de información.
<b>Precisión del contenido</b>	Todos los hechos de apoyo fueron reportados con precisión.	Casi todos los hechos de apoyo fueron reportados con precisión.	La mayoría de los hechos de apoyo fueron reportados con precisión.	No hay hechos de apoyo o la mayoría fueron reportados incorrectamente.
<b>Contenido</b>	Pertinente, dando detalles de calidad que proporcionan al lector información que va más allá de lo obvio y predecible.	Los detalles de apoyo y la información están relacionados, pero un aspecto clave o porción de la historia está sin apoyo.	Los detalles de apoyo y la información están relacionados, pero varios aspectos claves de la historia están sin apoyo.	Los detalles de apoyo y la información no están claros o no están relacionados con el tema.
<b>Organización</b>	Contenido bien organizado usando títulos y listas para agrupar el material relacionado.	Usó epígrafes para organizar, pero la organización en conjunto de tópicos aparenta debilidad.	La mayor parte del contenido está organizado lógicamente.	La organización no estuvo clara o fue lógica. Sólo muchos hechos.

Criterios	Puntuación			
	4	3	2	1
<b>Presentación oral</b>	Interesante y fluida. Hizo uso de lenguaje corporal adecuado.	Relativamente interesante y fluida; presentada con bastante propiedad.	Algunos problemas en la presentación, pero fue capaz de mantener el interés de la audiencia.	Mal presentada y no logró la atención de la audiencia. No hizo uso de lenguaje corporal, ni fue interesante y fluida.

\* FUENTE: para su elaboración utilizamos la herramienta de <<http://rubistar.4teachers.org/index.php>>.

### **Wikis “Teóricos del Estado”**

Una wiki es una página web cuyo contenido puede ser editado por cualquier persona, lo que permite colectivamente crear documentos sobre un mismo tema, aportando cada usuario algo de sus conocimientos, a fin de que sea más completa (Moranchel, 2011). De acuerdo con lo anterior, se elaboró una guía para que los alumnos realizaran una wiki sobre la vida y obra de quienes han contribuido con sus teorías acerca del Estado o de alguno de sus elementos.

Son diversas las habilidades que se desarrollan con la creación de wikis, entre éstas, sociales (empatía, liderazgo, interrelación con otros, persuasión), digitales (de autosuficiencia digital, instrumentales de navegación y digitales relacionadas con la información), así como cognitivas (elaborar, organizar y distribuir la información) que permitirán a los alumnos relacionar la información a contextos más complejos a fin de comprender la configuración desde una perspectiva teórica del Estado mexicano.

En el siguiente cuadro presentamos la guía remitida a los alumnos para que elaboraran la wiki denominada “Teóricos del Estado”:

#### **CUADRO 3. INSTRUCCIONES DE LA WIKI “TEÓRICOS DEL ESTADO”**

Objetivos. Al terminar la actividad el alumno será capaz de:

1. Localizar, seleccionar y optimizar la información de la red de internet.
2. Aplicar los conocimientos previos para el aprendizaje de nuevos contenidos.
3. Presentar la información que se ha obtenido por escrito y oralmente.



Instrucciones: cada equipo deberá realizar la biografía de tres autores. Los datos que debe contener cada una de estas entradas son

Nombre del autor: Aristóteles, Cicerón...

Lugar y fecha de nacimiento: ciudad y país, día, mes y año (si lo encuentran).

Lugar y fecha de defunción: ciudad y país, día, mes y año (si lo encuentran).

Sinopsis biográfica: breve reseña de la vida analizando los aspectos personales que tuvieron mayor incidencia en la obra del autor (máximo diez líneas).

Obras: título de la obra u obras, fecha de publicación, contenido general en relación con la Teoría del Estado.

Información adicional (en caso que existan datos relevantes que merezcan señalarse, máximo cinco líneas).

Links: colocar las páginas web consultadas y aquellas que sean interesantes respecto al autor reseñado. También pueden anexar imágenes del autor o alguna foto que consideren útil.

Bibliografía: señalar con precisión de dónde obtuvieron la información. Si es un libro impreso (autor, obra, lugar de edición, año) o si es información obtenida de la red (poner toda la dirección, esto es, la URL).

Autores de la wiki: personas que participaron en su elaboración, nombrando en cada equipo a un responsable de revisión.

Nota: uno de los grandes problemas de las wikis es la falta absoluta por el respeto a los derechos de autor, dando lugar a la comisión de un plagio. Por tanto, no se puede copiar íntegramente el contenido de las páginas, es preferible extraer las ideas principales y luego redactar su entrada. Además no olviden que en cada entrada se debe mencionar la fuente de donde se obtuvo la información.

Internet también tiene derechos de autor, y el hecho que no aparezca el autor del texto, no significa que no lo tenga. Es fundamental señalar la página consultada.

De lo contrario, es mejor que busquen en otras páginas más y hagan uso de sus dotes para encontrar información privilegiada dentro de la red de Internet.

Las wikis deberán presentarse ante el grupo y cualquiera de sus miembros será capaz de defender el contenido de cada wiki, analizando la importancia del autor para nuestra UEA.

**Fecha para finalizar las wikis: 2 de julio de 2015.**

Forma de evaluación. Cada equipo tendrá que calificar a sus integrantes (coevaluación) y la profesora también evaluará tanto el proceso de creación como el resultado final. La actividad tendrá un valor del 20 por ciento sobre la calificación final.

Las dos mejores wikis tendrán un punto adicional sobre el total de la calificación final.

Autores de la wiki: **Aristóteles; Bacon; Bentham; Burke, Bodino; Cicerón; Grocio; Hegel, Hume; Georg Wilhelm Friedrich; Hobbes, Jellinek; Kant; Locke, Maquiavelo; Marx, Karl; Montesquieu; Platón; Rousseau, San Agustín; Santo Tomás de Aquino; Spengler; Weber, Max.**

Las wikis fueron presentadas oralmente en clase y los alumnos intervinieron también coevaluando a sus pares. Para evaluar las habilidades curriculares, cognitivas y digitales se realizó la rúbrica que a continuación se anexa.

**CUADRO 4. RÚBRICA PARA EVALUAR LA WIKI "TEÓRICOS DEL ESTADO"\***

Criterios	Puntuación			
	4	3	2	1
<b>Enfoque</b>	La biografía contiene datos claros que permiten la identificación del personaje.	La biografía carece de datos importantes que identifican al personaje.	La biografía es demasiado general y faltan datos importantes.	La biografía es confusa y faltan datos claves de la biografía.
<b>Contenido</b>	Establece relaciones entre ideas/eventos.	Establece relaciones entre ideas/eventos aunque se presenta de 2-3 errores.	Establece pocas relaciones entre ideas/eventos. La estructura es completa a nivel básico.	No establece relaciones entre ideas/eventos. La estructura general es incompleta o confusa.

Criterios	Puntuación			
	4	3	2	1
<b>Contenido: Apoyo</b>	Las ideas secundarias están relacionadas y apoyan el tema.	Algunas ideas secundarias son débiles en relación con el tema y en su apoyo.	Las ideas secundarias no tienen relación con el tema.	Las ideas secundarias son irrelevantes o confusas.
<b>Estilo- vocabulario</b>	Presenta un uso correcto de vocabulario, que es preciso y adecuado.	Presenta deficiencias en el uso del vocabulario.	Presenta un uso poco fluido del vocabulario.	Carece de un vocabulario preciso y adecuado.
<b>Enfoque</b>	Se mantiene concentrado en el tema a través de toda la actividad.	Presenta de 1-2 errores pequeños en el tratamiento del tema.	Hay tres o más errores en el tratamiento del tema.	Falla en concentrarse en el tema.
<b>Redacción</b>	La organización es una progresión lógica de ideas/eventos, que es coherente y completa.	Hay una progresión lógica de ideas/eventos que es completa en su mayoría aunque puede haber algunos errores.	Hay más de tres errores evidentes en la progresión lógica de ideas/eventos.	Las ideas/ eventos están presentados sin un orden o razón lógica.
<b>Presentación oral</b>	Interesante y fluida. Hizo uso de lenguaje corporal adecuado.	Relativamente interesante y fluida; presentada con bastante propiedad.	Algunos problemas en la presentación, pero fue capaz de mantener el interés de la audiencia.	Mal presentada y no logró la atención de la audiencia. No hizo uso de lenguaje corporal, ni fue interesante ni fluida.

FUENTE: elaboración propia, con ayuda de la herramienta de <<http://rubistar.4teachers.org/index.php>>.

## Resultados

La integración de las TIC en el estudio de la UEA Estado y Derecho permitió al docente implicar a los alumnos en la construcción de su aprendizaje. Ambas herramientas, glosario y wikis, contribuyeron al desarrollo de habilidades digitales, cognitivas, comunicativas y sociales de los alumnos.

Ciertamente, no todos los estudiantes se involucraron de la misma manera, situación que se evidenció en los resultados de la coevaluación y evaluación

del docente. Sin embargo, la aplicación de este modelo educativo generó una postura activa entre los alumnos, fomentó su creatividad y se logró que ellos fueran los artífices de su proceso de aprendizaje.

En este sentido, es importante señalar que la evaluación formativa enfatizó el trabajo realizado por los miembros de los equipos, toda vez que buscaba que los alumnos percibieran el grado de desarrollo de sus habilidades cognitivas propuestas en cada una de las actividades. Evaluar las habilidades generó la reflexión sobre el propio aprendizaje, lo que les permitió establecer sus fortalezas y debilidades en cuanto a su quehacer universitario.

Mediante los resultados obtenidos a través de la evaluación, autoevaluación y coevaluación, nos percatamos de que hubo un mayor rendimiento académico en los alumnos que participaron activamente en la elaboración de las wikis y del glosario.

En la última clase se reflexionó entre los miembros de la clase, docente y alumnos, el resultado del curso. Varias fueron las conclusiones a las que se llegaron, entre otras, la necesidad por parte de los alumnos de mejorar sus técnicas de estudio, a fin de hacer más eficientes sus procesos de aprendizaje, pero, por el otro lado, fue importante que los alumnos comprendieron la utilidad del uso de las TIC en el desarrollo de sus habilidades cognitivas y sociales.

## Consideraciones finales

Como lo señala un informe de la Unesco, las TIC han cambiado la naturaleza del trabajo y el tipo de habilidades necesarias en la mayoría de los oficios y profesiones (Khvilon, 2004), por tanto, es fundamental que los alumnos universitarios desarrollen habilidades curriculares, digitales y cognitivas relacionadas con la información y que sean capaces de trasladarlas al ámbito profesional.

Pero este cambio en el paradigma educativo debe consolidarse, mediante la práctica docente, a través del diseño de entornos de aprendizaje constructivista con el uso de herramientas digitales que posibiliten que el alumno construya su propio aprendizaje por medio de la acción. En ese sentido, la utilización de las TIC que se encuentran en el Aula Virtual de la UAM Cuajimalpa ha fomentado la integración de nuevos aprendizajes por parte de los alumnos.

El nuevo papel del profesor como facilitador del aprendizaje, buscando orientar y guiar deliberativamente el proceso de construcción del alumno, ha sido determinante para el desarrollo del cambio de paradigma educativo. El

uso de las TIC en el aula ha convertido al docente en el promotor de saberes que no se enseñaban en el modelo educativo tradicional. Pero el cambio también debe darse en el sujeto activo de este enfoque educativo, por lo que los alumnos están constreñidos a jugar un nuevo papel en el proceso de enseñanza-aprendizaje, responsabilizándose directamente de sus estudios para ser capaces de reconocer sus aciertos y debilidades a fin de mejorarlos.

Falta mucho por hacer, pero la reflexión acerca del quehacer profesional redundará en una mejora dentro del sistema de educación superior con la intención de formar personas íntegras, críticas y reflexivas.

## Fuentes

- Anijovch, R. (2010). *La evaluación significativa*. Buenos Aires: Paidós.
- Ciapuscio, E. (2010). *Textos especializados y terminología*. Barcelona: Documenta Universitaria.
- Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, A.C. (2012). *Informe de evaluación de la Licenciatura en Administración del Departamento de Estudios Institucionales, UAM Cuajimalpa*. México: CIEES.
- Díaz, A. et al. (2006). "Nuevos retos. Nuevos materiales", Educa Madrid, en <<http://www.educaweb.com/noticia/2006/05/15/nuevos-retos-nuevos-materiales-1218/>>, consultada el 22 de agosto de 2015.
- Dilts, R. y T. Epstein A. (2003). *Aprendizaje dinámico con programación neurolingüística*. Barcelona: Urano.
- Educause (2005). "7 Things you should know about Wikis", en <<https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7004.pdf>>, Consultada el 20 de agosto de 2015.
- Gutiérrez, R. (2006). *Introducción a la Lógica*, 9ª ed. México: Esfinge, en <<http://www.eafit.edu.co/minisitios/atreverseapensar/articulos-interes/Documents/principios-integridad-icai.pdf>>, consultada el 4 de abril de 2015.
- Hernández, S. (2008). "El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje", *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, vol. 5, núm. 2: 26-35.

- Khvilon, E. (2004). "Tecnología de la información y comunicación en la formación docente. Guía de planificación". París: Unesco, en <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129533s.pdf>>, consultada el 19 de agosto de 2015.
- López, M. A. (2013). *Aprendizaje, competencias y TIC*. México: Pearson.
- Moranchel, M. et al. (2011). "Aprendizaje colaborativo en Moodle. El uso de las wikis y los blogs en la Historia del Derecho", en *Actas VI Jornada Campus Virtual UCM. Campus Virtual crece. Retos del EEES y oportunidades para la UCM*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.
- Rubistar (2015). "Create a Rubric", en <<http://rubistar.4teachers.org/index.php>>, consultada el 20 de agosto de 2015.
- Salvador, J. A. y J. M. Angós (1999). "Criterios para evaluar la calidad de las fuentes de información en Internet", *Scire: Representación y Organización del Conocimiento*, vol. 5, núm. 2: 99-114.
- Schwartz, S. y M. Pollishuke (1998). *Aprendizaje activo. Una organización de la clase centrada en el alumno*. Madrid: Narcea.
- Sunkel, G., D. Trucco y A. Espejo (2013). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe. Una mirada multidimensional*. Santiago de Chile: CEPAL-ONU.
- Zabala, A. y L. Arnau (2013). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. México: Colofón.

# Las TIC aplicadas al aprendizaje del análisis de la cultura y la metodología etnográfica

Fernanda Vázquez Vela\*

**E**l aumento de nuevas tecnologías ha suscitado transformaciones muy rápidas y centrales en todos los ámbitos de nuestra vida cotidiana. Desde los años ochenta y noventa del siglo XX, se empezaron a observar los saltos que tendríamos que dar. La sociedad, la política, la economía y nuestra globalización son diferentes a partir de estos cambios. Sin duda, nuestra forma de enseñar, investigar, difundir el conocimiento y buscar maneras de colaboración entre académicos tendría que modificarse también e incorporar las denominadas tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Cada vez más instituciones, de todos los niveles educativos, centran su atención en la utilización de la Internet y las herramientas digitales, todo ello con la intención de aprovechar sus beneficios y poner a sus comunidades cada vez más en interacción consigo mismas. La incorporación de estas tecnologías en las ciencias sociales se ha convertido en un proceso que Estalella y Ardévol (2011) han llamado *e-research*. Para estos autores, el proceso “[abre] espacios para la intervención y la transformación de las prácticas epistémicas de la investigación social”. Dichas prácticas comienzan a plantear nuevas problemáticas metodológicas y epistémicas. Si bien estos cambios se dieron, primero, en las ciencias naturales, a través de lo que se denomina *e-ciencia* (término con el cual se refieren a las prácticas de investigación y las formas organizacionales de la ciencia) (Wouters, 2006, citado en Estalella y Ardévol, 2011: 88), en las ciencias sociales hay avances cada vez más importantes en la vinculación con herramientas digitales.

En este trabajo busco mostrar la incorporación de algunas herramientas digitales en Unidades de Enseñanza-Aprendizaje (UEA) o cursos impartidos en

---

\* Profesora-investigadora visitante, adscrita al Departamento de Ciencias Sociales, UAM Cuajimalpa. C.e.: <mvazquez@correo.cua.uam.mx> y <mafer.vela@gmail.com>.

la Licenciatura de Estudios Socioterritoriales en la Unidad Cuajimalpa, cuyo contenido implica el desarrollo de competencias que conduzcan al alumno a aprender y poner en práctica metodologías cualitativas, especialmente etnográficas, con las cuales se busca que se inicie en la investigación y análisis de la cultura.

Los cursos en los que incorporé estas prácticas fueron en las UEA Cultura Contemporánea (impartida en dos ocasiones) y Cultura Popular Urbana y Contemporánea (impartida recientemente).

La UEA Cultura Contemporánea es un curso del segundo nivel del tronco divisional y se imparte en el segundo trimestre de la licenciatura. Las UEA de este nivel tienen como objetivo "proporcionar los conocimientos introductorios de disciplinas sociales y humanas para abordar de diversas maneras los problemas contemporáneos" (DCS, 2014). Si bien es una UEA diseñada en el Departamento de Ciencias Sociales, puede ser optativa para otras licenciaturas, por lo cual he tenido grupos con alumnos de diversas disciplinas.

Las herramientas y prácticas de las que hablaré a continuación también las incorporé en la UEA: Cultura Popular Urbana y Contemporánea, la cual se encuentra en el cuarto nivel, dentro de los cursos que llevan los alumnos de formación profesional, dentro de las UEA optativas de orientación del Bloque de Salida III: Cultura e Identidad, cuyo objetivo es "profundizar en las áreas del conocimiento que corresponden a la orientación profesional elegida por el alumno" (DCS, 2014). Estos cursos se imparten al final de la licenciatura y pretenden ser un apoyo tanto para la realización de sus trabajos terminales, como para que ahonden en una serie de conceptos, teorías, metodologías y competencias dentro de un bloque temático de su elección.

En las páginas subsecuentes expongo cómo, dentro de estas UEA, incorporé la utilización de algunas TIC en las que me he apoyado en la estrategia de enseñanza-aprendizaje de esas TIC. Los ejemplos de los ejercicios y las herramientas digitales utilizadas provienen de la experiencia docente en Cultura Contemporánea, ya que fue en este curso donde surgieron y en las que por vez primera las apliqué a lo largo del curso. En menor grado apliqué estos ejercicios en Cultura Popular Urbana y Contemporánea, pues las alumnas ya tenían un conocimiento mayor de la metodología, de tal manera que aquí los ejercicios fueron más breves, pero el análisis más profundo.



## Cultura, investigación cualitativa y perfil del alumnado de Estudios Socioterritoriales

Una de las cualidades de la Licenciatura en Estudios Socioterritoriales es su interdisciplinariedad. Desde su programa, hasta la forma en que se ha compuesto la planta docente, mantiene este espíritu, en el que se entrecruzan y dialogan diversas perspectivas y disciplinas de las ciencias sociales para preparar alumnos cuyo perfil sea el de

Investigación-análisis-aprendizaje, que se conviertan en pieza clave para el manejo de información social compleja, abundante y en cambio constante. Los egresados estarán capacitados para desempeñarse profesionalmente en espacios de trabajo académico, así como en los sectores público y privado y en organismos nacionales e internacionales con tareas de diagnóstico social, con el diseño e instrumentación de políticas territoriales y la evaluación de sus impactos (DCS, 2014).

Por esta razón, dentro del programa, varias materias se centran en la enseñanza de teorías y metodologías. En ambos cursos he implementado las TIC enfocándolas en el análisis cultural, una de las áreas que el egresado tiene que conocer para realizar cualquier "manejo de información social compleja" y cualquier "diagnóstico social". Como afirma Denys Cuché (2002: 5), la categoría de cultura es esencial para la reflexión de las ciencias sociales y, por lo tanto, es fundamental su estudio.

En la UEA Cultura Contemporánea, el objetivo es que el alumno "reflexione en torno a las características de las sociedades contemporáneas, tomando como base de la reflexión las expresiones y producciones culturales [...]" (DCS, 2014). En las dos ocasiones que he impartido este curso, elaboré un programa en el que los alumnos aprendieran las construcciones teóricas sobre cultura, partiendo de su definición científica, como "la expresión de la totalidad de la vida social del hombre" que Edward Burnett Tylor (citado en Cuché, 2002: 20) acuñó, hasta llevar a los alumnos a aprender las formas en que se observa, se investiga y se reflexiona sobre aquella, tomando las prácticas etnográficas que sistematizaron Franz Boas y Bronislaw Malinowski. Además, incorporé los nuevos enfoques y prácticas desde la Antropología Urbana, con la intención de acercarlos al estudio de la ciudad y que reflexionaran sobre sus problemáticas cotidianas.

Mantener una interacción en el aula entre teoría y práctica es uno de los objetivos del modelo educativo que incorpora la UAM Cuajimalpa, modelo con el cual los profesores buscamos ofrecer herramientas para que los alumnos tengan autonomía, además de que adquieran y experimenten su propio

conocimiento. Para cumplir con estos objetivos, elaboré una serie de estrategias educativas que permitieran que los alumnos abrieran todos sus sentidos, sensibilizarlos sobre su realidad, que encontraran por sí mismos temas de investigación a partir de la práctica de la observación y la participación. Debido a que la UEA Cultura Contemporánea se imparte en los primeros trimestres, estas estrategias buscaron en todo momento sembrar en los alumnos la inquietud por el análisis de la realidad social y cultural.

Definir y entender la cultura no es tarea fácil, ya que es una categoría en constante cambio. Es preciso conocer sus elementos, las formas en que se le ha categorizado, las posibles maneras para aproximarnos a la misma y las formas que adquiere. No es algo fácilmente asequible y que se mantenga estática. En este sentido, la metodología etnográfica ayuda a dar un seguimiento de estos cambios, a partir de la constancia en la observación. Llevando un registro de cada contacto con el objeto de estudio, es posible encontrar algunos elementos que nos ayuden a decir algo sobre determinada expresión cultural, algún ritual religioso o cierta práctica cotidiana. Los pequeños detalles o fragmentos van dando sentido a un rompecabezas; es el investigador quien va recogiendo cada minucia para construir una narrativa reflexiva. Las ciencias sociales tienen la tarea de encontrar los factores que inciden, determinan y condicionan las motivaciones que guían a las personas a realizar lo que hacen (Guber, 2004: 30). La recolección de esos fragmentos proporciona el material para que, combinado con la teoría aprendida, surja una mejor comprensión de una cultura, grupo, situación o problema.

El interesado en el análisis cultural no puede esperar *explicar* o buscar *comprobar* una cultura, sino únicamente acercarse a una *interpretación* o *comprensión* (Guber, 2011: 12) de ésta a partir de sus componentes. La base de esta comprensión es la alternativa epistemológica que nos ofrece el naturalismo, que propone estudiar el mundo social y cultural en su estado natural, es decir, observarlo tal y como se presenta, tratando de que el investigador no interfiera en su dinámica. Las situaciones y su curso natural son la fuente de los datos. Al naturalismo le interesa la interacción, la interpretación de los estímulos, a través de la observación, participación, entrevistas informales y la reflexión.

La etnografía, como la describe Guber (2011: 12) tiene tres características principales: es un enfoque, un método y un texto. Como enfoque se incluye la serie de construcciones teóricas y las prácticas que intentan comprender los fenómenos sociales, desde la visión de sus integrantes. Son los sujetos sociales de los cuales se obtendrá la información, ya sea a través de la observación-participante del investigador o de las entrevistas. El papel del etnógrafo es describir e interpretar, a la luz de los conceptos, la teoría aprendida,

así como de su propia experiencia. “Las descripciones y afirmaciones sobre la realidad no sólo informan sobre ella, la construyen”. Justamente esto es la reflexividad: comprende la “relación entre la comprensión y la expresión de dicha comprensión (Guber, 2011: 45-46).

Como método, la etnografía ofrece una serie de técnicas y herramientas para recabar los datos: la observación, la observación participante, las historias de vida y los estudios de caso. Las herramientas tradicionales son llevar un diario de campo, un cuaderno de notas, un anecdotario; también se incorporan herramientas digitales, como la grabadora, la cámara de video y la cámara fotográfica. Aunque hoy en día los dispositivos móviles han hecho más simple y accesible la tarea de obtener imágenes, sonidos y audiovisuales tan sólo con un celular o una tableta.

Fundamentalmente, la etnografía es el contacto directo y sostenido con los sujetos sociales con los que se trabajará, con el fin de entender y capturar su experiencia, presentar la cultura en la que esta experiencia está inserta, pero a la luz de observar que esa experiencia se vincula con un proceso histórico (O’Reilly, 2005: 2). El resultado se vierte en un documento dual: es un texto sobre una cultura, un grupo o una situación, y también es *el texto etnográfico*, en el que se ejemplifica el proceso reflexivo.

La investigación etnográfica que delinea Malinowski (citado en Guber, 2004: 22) requiere de tres requisitos: en primer lugar, planear y elaborar trabajo de campo sistemático para encontrar la función de las prácticas y nociones de la vida social; en segundo, la recolección de datos de primera mano a través de la presencia del investigador en campo y tercero, reconocer la lógica interna de la sociedad como una totalidad autónoma e integrada.

## Las TIC y su uso en la enseñanza etnográfica

Sin duda, hoy en día existe un número significativo de TIC que se integran en la docencia y en la investigación cualitativa. Estas tecnologías tienen un enorme potencial: desde la elaboración de los problemas de investigación; la revisión de la bibliografía y hemerografía a utilizar, hasta la recolección de datos, su análisis, difusión y publicación (Colás y de Pablos, 2012: 79). Las TIC ofrecen una oportunidad didáctica sumamente importante, pues, además de facilitar muchos procesos de aprendizaje e investigación, se convierten en espacios en los cuales también es posible fomentar el trabajo colaborativo.

En la experiencia docente que aquí presento sobre la aplicación de las TIC en la enseñanza de la etnografía, las herramientas digitales que se favorecieron

fueron las conocidas dentro de la taxonomía como de *presentación de contenidos*, principalmente las relacionadas con las *presentaciones didácticas*, en las cuales, a través del Powerpoint y Prezi, los alumnos presentaron los resultados de los datos recogidos con cámaras digitales y grabadoras digitales, o dispositivos móviles que integran de forma más práctica aplicaciones para tomar fotografías, grabar sonidos y video. Para el programa de Cultura Contemporánea estructuré una serie de ejercicios, en los cuales se requería de la utilización de estas herramientas. Dichos ejercicios llevaban al alumno a encontrar por sí mismo sus intereses y rutas temáticas a investigar, además de que la utilización de las TIC fortalece su intuición y creatividad. En las líneas subsecuentes hago una descripción de los ejercicios planeados.

## Observación y descripción de sus trayectos

En la vida cotidiana, observamos instituciones y prácticas que surgen a partir de la búsqueda y satisfacción de una serie de necesidades. Estamos tan acostumbrados a las cosas que hacemos, que soslayamos u olvidamos a qué responden y cómo se vinculan con otras prácticas e instituciones. El primer ejercicio que apliqué fue registrar diariamente, durante dos semanas, los trayectos de su casa a la Unidad Cuajimalpa.

Los primeros días de descripción, los alumnos mostraron desgano y apatía, porque no encontraron utilidad en el ejercicio. Las descripciones son austeras y vagas. Las dos clases de esa semana pedí que presentaran sus descripciones en el aula. Los cambios se produjeron en el momento en que debían encontrar las maneras de expresar por escrito lo que vieron, además de escuchar el uno al otro, produce una serie de coincidencias y empatías sobre las descripciones. Aspectos que el resto no nos detuvimos a observar en una actividad tan cotidiana, como el traslado en los diferentes medios de transporte, se registraron de forma diferente por cada alumno.

Al ir encontrando esos detalles, los patrones, horarios, rutas y situaciones, la actitud cambió por completo; hacia la segunda semana, los alumnos presentaron descripciones más amplias y profundas, destacando detalles, rescatando situaciones que no habían visto y con mayor interés para saber las razones de esas situaciones.

Ya que adquirieron más confianza en este ejercicio de observación y descripción, les pedí que grabaran lo que les llamara la atención o que tomaran fotografías. La utilización de sus celulares para algo más que hablar, jugar o chatear, les resultó muy atractivo. Algunos de mis alumnos inmediatamente

bajaron aplicaciones que se encontraron para realizar las grabaciones o tomar fotografías con mejor resolución.

En tres semanas, los alumnos empezaron a participar más y a querer mostrar los fragmentos acerca de sus recorridos. Fue entonces cuando comenzamos a clasificarlos y a encontrar en el material elementos de análisis. Por ejemplo, un alumno mostró la fotografía del camión que toma todas las mañanas. En la imagen, se observaba que el camión iba lleno. Le pedí que describiera la imagen y registrara la hora en la que la había tomado, asimismo que la comparara con otra imagen que tomó en otra hora del día en esa misma ruta. El alumno por sí solo pudo concluir que las personas que viajaban del metro Tacubaya a Santa Fe, entre 7:30 y 9:00 am son oficinistas y estudiantes de clase media, que en su mayoría usaban audífonos para ir escuchando música o la radio, y que no tenían mucha interacción los unos con los otros.

Si el camión lo tomaba en la misma ruta entre las 11:30 y 2:00 pm, el camión iba más vacío y la mayor parte de las personas eran amas de casa o trabajadoras domésticas. El alumno mismo descubrió estrategias con las cuales podía decir más sobre el contexto que observaba. Comenzó a registrar las formas de vestir, los trajes, los pantalones de mezclilla o los delantales, para intuir el trabajo de las personas que describía. A la vez, la incorporación del tiempo en el análisis dentro de un mismo medio de transporte y ruta, le hizo pensar en los posibles destinos de sus compañeros de viaje. Este ejercicio motivó a los alumnos a tener una observación de todo lo que sucede a su alrededor, pero más dirigida, concentrada, y con la intención de descubrir aspectos que pasamos por alto.

## Registro de sonidos urbanos con el celular

Los sonidos contienen una riqueza de significados. En la actualidad, la grabación de sonidos se ha convertido en una práctica etnográfica muy productiva, gracias a la capacidad que tiene para abrirnos perspectivas de entendimiento de la cultura y la vida social. Las grabaciones nos dan la oportunidad de ir y regresar en el material para encontrar sus texturas.

En la cuarta semana de clases, les solicité registrar los sonidos característicos de sus colonias con el celular. A través de pequeñas grabaciones, ejercitaron la capacidad auditiva, su descripción y análisis. La instrucción primaria era encontrar los sonidos que son parte de la vida cotidiana de su barrio. Algunos alumnos registraron, por ejemplo, las grabaciones de los vendedores de fruta que van por toda la ciudad en camionetas, para evitar la intervención de los distribuidores sobre su producto.

La mayoría de nosotros compartimos los anuncios virales que utilizan la misma grabación por toda la ciudad: los famosos "tamales calentitos" o "¡se compran colchones, tambores, refrigeradores, estufas, lavadoras o fierro viejo que vendan!", y damos por hecho su existencia por toda la ciudad. Sin embargo, con este ejercicio encontramos que hay variantes en las grabaciones de quienes se dedican a vender o comprar los mismos productos y que además existen sonidos que sólo se presentan en ciertas zonas. Un alumno grabó, por ejemplo esto: "Higos, higos, HIGOS y manzanas, Hlgos y guayabas",<sup>1</sup> anuncio que sólo se escucha cerca del metro Balderas. O bien, el caso de "¡As apultepe!", un grito fuerte y alto al inicio, que se apaga al final y que se escucha a mediodía por toda la colonia Nueva Santa María, en la Delegación Azcapotzalco. Para un habitante ajeno a la colonia y su cotidianeidad, es un grito indescifrable, pero para los vecinos de esta colonia es claro que llegó el "¡Gas Chapultepec!".

El registro, colección y descripción de los sonidos se convirtió en un recurso dentro de la UEA, con el cual los alumnos descubrieron un mundo que pocas veces se analiza, los sonidos, la cultura de los anuncios, los gritos y las grabaciones del comercio en la ciudad de México.

Poco a poco se fueron interesando más en las razones de su uso, lo eficaz de su utilización y la preparación para realizarlos. Detrás de estas inquietudes encontraron un universo de posibilidades de investigación. ¿Por qué son cada vez más los camiones que venden fruta en la calle, muchas veces hasta en medio de un eje y andando? ¿Desde qué época hacemos uso del afilador que pasa por las colonias con el característico sonido de su silbato? ¿Por qué los mexicanos respondemos ante estos medios auditivos para comprar o vender un producto?

### IMAGEN 1. LOS SONIDOS Y LOS COMERCIANTES



FUENTE: fotografía propia.

<sup>1</sup> Las mayúsculas buscan dar énfasis y volumen a la cantaleta de la grabación, con la intención de acercarnos a los acentos que aparecen si la escucháramos.

## Registro del lenguaje

Este ejercicio se conecta con otro que iniciamos en la quinta semana: el análisis del lenguaje. Les pedí que registraran, ya sea como grabación o en un documento electrónico, palabras que utiliza su familia en la vida cotidiana. El objetivo de este ejercicio radica en comenzar a analizar la importancia del lenguaje y las formas para registrarlo en una investigación etnográfica. En la UEA Cultura Popular Urbana y Contemporánea, una de mis alumnas hizo una reflexión muy interesante: registró las siguientes palabras o expresiones dentro de su familia, junto con una relación de quién las utilizaba, en qué contextos y el o los diferentes significados:

CUADRO 1. ANÁLISIS DE EXPRESIONES

Palabra	Usada por	Contexto	Significados
"Jefa"	Hombres todo el tiempo	Los hijos hacia sus madres	Es una forma de respeto. Se establece la posición madre-hijo.
	Mujeres rara vez	Las hijas hacia su madre	Se utiliza para bromear con la madre. Como jugando con la expresión, pero no denota el respeto, de cuando la utilizan los hijos. En raras situaciones lo utilizan las mujeres.
"No inventes"	Hombres y mujeres, principalmente jóvenes	Se utiliza en una situación que sorprende, que causa impacto o para poner énfasis en algo sucedido.	Sustituye, según mi alumna, a "no manches".
	Hombres y mujeres; mayores nunca	Significa que algo no puede ser creíble o concebible de la manera en que cuenta o que aconteció.	
"Tú mismo"	Hombres y mujeres de todas las edades	Se utiliza en situaciones en las que se invita al otro a concluir alguna acción.	Puede significar "hazlo", "ve, sírvete", "atiéndete"

FUENTE: elaboración propia, con información de una alumna de la UEA Cultura Popular Urbana y Contemporánea.

El análisis que presento en el cuadro 1 son las conclusiones a las que llegó la alumna después de registrar, preguntar a diferentes miembros de su familia sobre cómo las utilizaban, en qué momentos y su significado. Este ejercicio es muy útil para observar, a través del lenguaje, diferencias generacionales, de clase, de género y sus implicaciones. El (la) alumno(a) se cuestiona los orígenes de las expresiones, lo que llevan implícito y sus cambios en el tiempo dentro de la interacción familiar. En el momento en que los alumnos realizan entrevistas, es mucho más sencillo que comiencen a registrar por sí mismos las expresiones y palabras utilizadas por sus informantes.

## Los espacios de interacción y su problemática: elaboración gráfica

El último ejercicio durante la sexta semana se centró en la elaboración de esquemas de distribución de algún espacio. Puede ser un paradero de microbuses, un andén, un restaurante, la sala de su casa, o un mercado. El objetivo del ejercicio es que el alumno sea sensible a las disposiciones y prácticas dentro de un espacio.

En un registro del paradero de Tacubaya hecho por un alumno del curso Cultura Contemporánea, en donde primero observó y luego realizó una representación a través de un dibujo con la distribución de cada actividad y los flujos de las personas, se encontró que, aunque parezca caótico el paradero, existe una lógica y organización particular en éste, de tal manera que los usuarios tienen claro en dónde encontrarán la ruta de un microbús, los taxis colectivos, los camiones o los puestos de tacos o tortas.

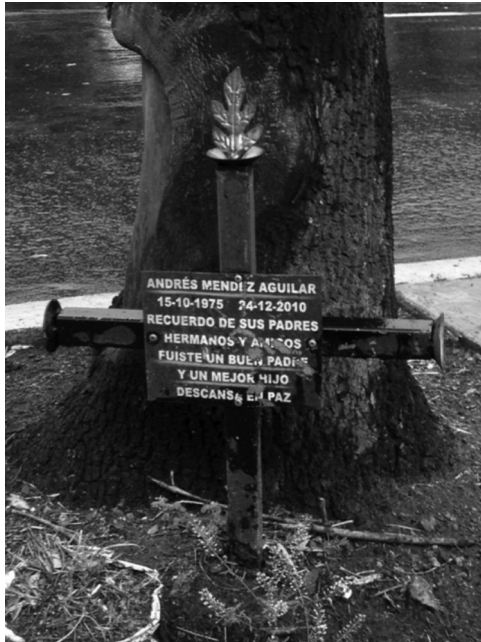
## La aplicación en un trabajo final

Finalmente, en la UEA de Cultura Contemporánea los alumnos se organizaron en equipos para llevar a cabo una investigación en la que aplicaran todo lo aprendido y se utilizaran las herramientas digitales. Los temas que distribuí fueron el Metro, representaciones de arte en la calle, las pulquerías y las representaciones religiosas en la calle.

La investigación por equipo busca fortalecer la participación colaborativa; la interacción entre los alumnos cuando salen por primera vez a campo; el intercambio de percepciones sobre lo que ven, así como concluir un trabajo en equipo que debe presentarse en clase, recurriendo a la herramienta Powerpoint o Prezi. Los resultados fueron muy interesantes. Para ejemplificar, sólo



## IMAGEN 2. LAS REPRESENTACIONES RELIGIOSAS EN LA CALLE



FUENTE: fotografía propia.

manas y reunieron una serie de fotografías, palabras, conceptos, lenguaje verbal y no verbal, actitudes, emociones y prácticas; de igual manera realizaron entrevistas a varios usuarios. Sus teléfonos celulares se convirtieron en la herramienta con la cual registraron las fotografías, las grabaciones de las entrevistas y los videos.

El trabajo de campo los llevó a encontrar que, si bien el último vagón del Metro es un espacio para esta práctica entre hombres, con la separación de vagones entre hombres y mujeres, el primero se convirtió en el espacio que utilizan las mujeres para la práctica lésbica.

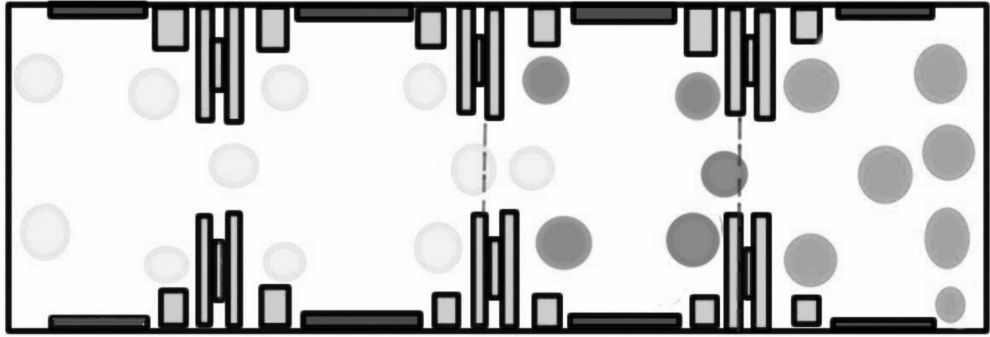
En su trabajo final, los alumnos presentaron antecedentes de la práctica conocida como "metreo"; describieron el proceso de interacción, hablaron sobre las experiencias que les compartieron sus informantes y los peligros de esa práctica.

describiré uno de los trabajos de investigación más significativo.

Uno de los equipos decidió hacer trabajo de campo sobre la conocida "cajita feliz", surgida originalmente en la línea rosa del metro, pero que ahora existe en las líneas 3, 7, 9 y B, de acuerdo con la investigación realizada por mis alumnos. El último vagón del Metro, en ciertas estaciones y en determinadas horas, se convierte en un espacio de interacción de la comunidad gay. Es conocido como un lugar al cual esta comunidad acude para tener un encuentro que puede ir desde el coqueteo, beso y caricias dentro del vagón, sexo explícito o negociar salir juntos del Metro a un hotel.

Los alumnos realizaron la observación correspondiente en los andenes y en el vagón durante varias se-

### ESQUEMA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA INTERACCIÓN Y PRÁCTICAS EN LA "CAJITA FELIZ"



FUENTE: elaboración de los alumnos de la UEA Cultura Popular Urbana y Contemporánea.

Encontraron una serie de diferentes interacciones dentro del espacio del vagón, que definieron y representaron a través de una imagen. También elaboraron un glosario de los términos surgidos a partir de esta práctica.

## Reflexiones finales

La implementación de los ejercicios y las herramientas digitales de apoyo utilizadas dieron como resultado una serie de trabajos finales, en los que se observa cómo los incorporaron los alumnos en su aprendizaje y fueron capaces de plantearse un proyecto, recabar los datos, trabajar en equipo y presentar los resultados, mediante el uso de herramientas o medios digitales. Las TIC, sin duda, son herramientas que mejoran considerablemente la forma en que se hace investigación, la forma en que se presenta y la calidad que tiene.

Las herramientas digitales facilitan y mejoran muchos procedimientos dentro de la enseñanza del análisis de la cultura, como de la metodología cualitativa. Además de que incentivan la creatividad, la motivación y el trabajo colaborativo de los alumnos.

## Fuentes

- Colás, P. y J. de Pablos (2012). "Aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación en la investigación cualitativa", *Revista Española de Pedagogía*, año 70, núm. 251 (enero-abril): 77-92.
- Cuché, D. (2002). *La noción de cultura en las ciencias sociales*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Departamento de Ciencias Sociales (CDCS), UAM Cuajimalpa (2014). "Plan de Estudios Licenciatura Estudios Socioterritoriales". México: Departamento de Ciencias Sociales (CDCS) UAM Cuajimalpa, en <<http://dcsh.cua.uam.mx/licenciaturas/socioterritoriales/plan-de-estudios/>>.
- Estalella, A. y E. Ardévol (2011). "E-research: desafíos y oportunidades para las ciencias sociales", *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales* (Toluca: UAEM), vol. 18, núm. 55 (enero-abril): 87-111.
- Guber, R. (2011). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Guber, R. (2004). *El salvaje metropolitano. Reconstrucción del conocimiento social en el trabajo de campo*. Buenos Aires: Paidós.
- O'Reilly, K. (2005). *Ethographic Methods*. Nueva York: Routledge.



# Herramientas cognitivas y de visualización



# La construcción de un texto multimodal para aprender química orgánica

Alejandra García Franco\*

## Introducción

En la actualidad, la cantidad de herramientas tecnológicas disponibles para los docentes permite que las experiencias de enseñanza-aprendizaje sean más variadas y significativas para los estudiantes. Particularmente, la cantidad de recursos disponibles para que ellos aprendan química orgánica es cada día más vasta: simuladores moleculares, tutoriales, videos, cursos en línea,<sup>1</sup> entre otros. Sin embargo, esta disponibilidad de recursos no garantiza que las experiencias de aprendizaje sean relevantes para los estudiantes, ni que les permitan desarrollar las habilidades necesarias para desempeñarse en su vida profesional.

Diversos estudios muestran que un importante porcentaje de estudiantes, al concluir la universidad, no cuentan con las competencias necesarias para la vida profesional. Por ejemplo, en 2013, se publicó un estudio realizado en diez países iberoamericanos, el cual detectó una debilidad de la formación universitaria en torno a competencias cognitivas y lingüísticas: comunicación oral y escrita, abstracción, análisis y síntesis, entre otras (UIM, 2013).

En este sentido, la UAM establece —en el Plan de Desarrollo Institucional 2012-2024— la necesidad de que el alumnado mejore la comunicación oral y escrita, y reconoce la importancia de que aprenda no sólo los conocimientos de su disciplina, sino que desarrolle las capacidades genéricas de comunicación y de pensamiento, indispensables para su formación académica, su desarrollo personal y su desempeño profesional futuro (Arroyo y Zorrilla, 2015).

---

\* Profesora-investigadora, adscrita al Departamento de Procesos y Tecnología, División de Ciencias Naturales e Ingeniería, UAM Cuajimalpa. C.e.: <agarcia@correo.cua.uam.mx>.

<sup>1</sup> Una lista de recursos digitales para el aprendizaje de la química se halla en la Biblioteca Digital de Educación Química, <<http://www.chemeddl.org/resources/>>.

Particularmente en cuanto a la escritura, la definición de capacidades genéricas establece que:

Un egresado universitario precisa del uso adecuado del lenguaje. Debe saber leer y escribir correctamente y ser capaz de elaborar explicaciones ordenadas, construir interpretaciones fundamentadas, así como argumentos lógicos y análisis abstractos. Esta capacidad se manifiesta en la elaboración o preparación de presentaciones orales, trabajos escritos y productos multimodales que integran texto, imagen, sonido o animación [...]. Escribir académicamente implica apropiarse de la escritura como medio fundamental para construir y comunicar el conocimiento especializado, de acuerdo con las formas y los propósitos particulares de las disciplinas y comunidades académicas (Arroyo y Zorrilla, 2015).

Diversos estudios han mostrado que la aproximación de "Escribir para aprender" es una herramienta efectiva para promover el aprendizaje de los estudiantes (Reynolds *et al.*, 2012), sin embargo, su uso no es tan común en las clases de ciencias en la licenciatura.

En este trabajo, se propone la escritura de un texto multimodal que utilice la escritura y la visualización de moléculas como herramientas para aprender aspectos específicos de la disciplina (Wilson, 1994), así como desarrollar capacidades genéricas, indispensables para los estudiantes que cursan una carrera universitaria.

Esta propuesta es consistente con el modelo educativo de la UAM Cuajimalpa, que promueve la formación integral de los alumnos, la creatividad, el aprendizaje significativo, el desarrollo intelectual y las habilidades necesarias para la vida, y que se caracteriza por incorporar como enfoque la educación centrada en el aprendizaje. También es consistente con la investigación educativa, la cual sostiene que es necesario transformar la manera como se imparten los cursos universitarios, de forma que incorporen los conocimientos de los estudiantes y los hagan partícipes de sus propios procesos de aprendizaje (Freeman *et al.*, 2014). En este sentido, buscamos que este curso de química orgánica se convierta en un espacio donde los estudiantes no sólo repitan el conocimiento de los libros de texto, sino que lo transformen, lo utilicen para comprender un fenómeno de su interés y producir algo nuevo, que permita también a otros aprender (Bereiter y Scardamalia, 1987).

La química orgánica (o química del carbono) estudia un número muy importante de moléculas con carbono que forman enlaces con carbono, hidrógeno y otros átomos. Su estudio es muy relevante, puesto que los compuestos orgánicos son fundamentales para todos los procesos ocurridos en los seres vivos. Uno de los objetivos de este curso es que los estudiantes comprendan



la relación entre la estructura de las moléculas y su función. Es decir, nos interesa que los estudiantes sepan explicar por qué algunas moléculas tienen determinadas propiedades.

Si bien la escritura sobre moléculas no es una tarea novedosa y hay sitios como el de la Sociedad Estadounidense de Química (American Chemical Society), en el que se describe una molécula de la semana desde 2001, prácticamente no existen sitios en español que describan adecuada y comprensiblemente las moléculas y por qué éstas tienen ciertas características. Esto es fundamental, puesto que, al desarrollar esta tarea, los estudiantes producen material que es necesario no sólo como un producto para la clase, sino algo que utilizarán después otros estudiantes y profesores. Éste es un aspecto fundamental, puesto que permite a los estudiantes tener mayor claridad sobre la audiencia a la que va dirigido su trabajo y favorece que los estudiantes tengan mayor cuidado con lo que producen.

El objetivo de la experiencia es que los estudiantes generen un texto multimodal sobre alguna molécula orgánica que resulte de su interés. Así, se busca que los estudiantes desarrollen sus capacidades genéricas al escribir un texto para una audiencia específica, al mismo tiempo, que aprenden sobre la disciplina, al tener que describir la estructura de esa molécula y algunas de las reacciones en las que participa.

## Metodología de la intervención

La experiencia aquí presentada se llevó a cabo en la UEA de Química Orgánica, alojada en el tercer trimestre de la Licenciatura de Ingeniería Biológica que se imparte en la UAM Cuajimalpa.<sup>2</sup>

Las herramientas utilizadas para el desarrollo de este texto se encuentran dentro de las llamadas herramientas cognitivas, en las que los estudiantes producen documentos complejos que permiten la apropiación del conocimiento. Los estudiantes utilizaron un procesador de texto y visualizadores moleculares (RasMol y ChemSketch) para la creación del documento. Esto permitió a los estudiantes introducir en sus textos imágenes (en tercera dimensión y con movimiento) de las moléculas que les interesaban, creando textos multimodales.

---

<sup>2</sup> Experiencia desarrollada en el marco de un proyecto colectivo, cuyos productos se recogen en el libro de Arroyo y Zorrilla (2015).

## Descripción de la intervención

La construcción del texto comienza prácticamente con la presentación del curso, puesto que aquí se desarrolla una discusión con los estudiantes acerca de la importancia de las moléculas orgánicas en la vida cotidiana, de manera que reconozcan su presencia en todos los ámbitos. Esta breve discusión sobre las moléculas da pie o motiva la reflexión o pensar en las moléculas que resulten interesantes para los estudiantes, como un preámbulo a la descripción de la tarea.

Para que los estudiantes ejecuten esta tarea adecuadamente, las instrucciones se entregan por escrito y tratan de ser lo más claras posible (aunque esto parece una obviedad, no siempre los docentes universitarios aclaramos lo que queremos decir cuando pedimos alguna tarea a los estudiantes). En el anexo 1 se presentan las instrucciones entregadas a los estudiantes y que se discutieron con ellos al inicio del curso.

Como parte de la realización de este escrito, se presenta a los estudiantes el ejemplo de un texto de divulgación, en el cual se describe una molécula. Es decir, se trata de modelar qué se espera de ellos. Este elemento es fundamental, pues la prioridad es que los estudiantes tengan alguna referencia de cómo se ve y se elabora un texto como el que les solicitamos. En este caso, leyeron y discutieron el artículo breve "Fúmate un cigarro o chúpate una rana" de John Emsley (1999).

La construcción del texto multimodal se hace a partir de su división en tareas más pequeñas (el cronograma también se encuentra en el anexo 1). Esta división tiene como fundamento la idea de "escribir como proceso", por ello permite que los estudiantes desarrollen el trabajo a lo largo de todo el trimestre (y no una semana antes de entregar este ejercicio, como comúnmente ocurre). A través de las distintas subtareas, los estudiantes exploran sus intereses, conocen otros trabajos similares al que se les solicita, buscan bibliografía pertinente, entre otras tareas que se describen en el anexo.

Enseguida enlistamos algunas de las características de la experiencia que permiten que ésta sea relevante en términos de aprendizaje:

- Es breve; evita el tradicional *copy-paste* ("cortar y pegar").
- Es progresiva. Da muchas oportunidades para mejorar, al tener distintas entregas y momentos destinados a la presentación a los pares.
- Favorece que los estudiantes utilicen conexiones con su vida cotidiana y exploren moléculas relevantes para ellas y ellos.

## Resultados

Los textos de los estudiantes se han colocado en una página web, denominada "Moléculas de la semana".

FIGURA 1. LA PORTADA DE LA PÁGINA "MOLÉCULAS DE LA VIDA", DONDE SE ALOJAN LOS ENSAYOS DE LOS ESTUDIANTES



En los tres años en que se ha desarrollado esta experiencia, los estudiantes han elegido moléculas muy diversas, debido a sus intereses. Menciono algunos ejemplos que consignan la diversidad y riqueza de los ensayos de los estudiantes:

- *El líquido agrandado.* Se describe el decanoato de nandrolona, sustancia que se utiliza en los suplementos que toman los fisicoculturistas para aumentar la masa muscular.
- *Guía de usuario del cerebro humano.* Se describe la dopamina, particularmente su importancia en el funcionamiento del cerebro. Se enfatiza su papel en la depresión en los jóvenes, así como en los signos a los que hay que estar alertas.
- *La chayotina.* Se describe el aminoácido arginina que está presente en el chayote, y que puede ser la razón por la que un médico recomendó a la madre de la autora de este artículo consumir chayote como auxiliar en el tratamiento de la diabetes.
- *Una molécula para el verano.* Se describe el beta caroteno y cuál es su función en la pigmentación de la piel.
- *La droga de dios.* Se describe la dimetiltriptamina, la forma en la que se piensa que actúa en el cerebro, y se discuten algunos aspectos de la investigación relacionados con las drogas.

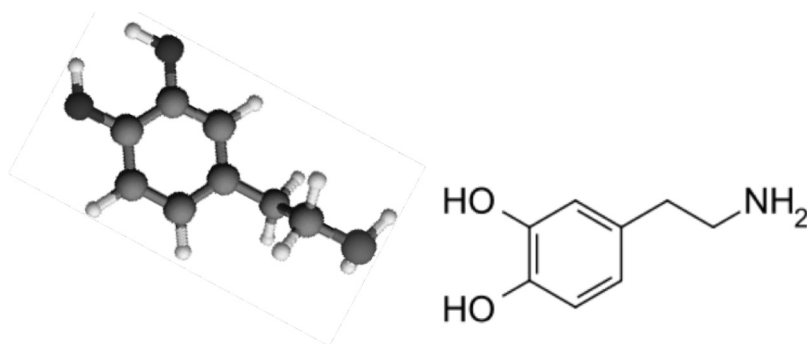
La mayoría de las moléculas presentadas por los estudiantes se vinculan con las drogas, los medicamentos y los cosméticos. Esto también refleja cuáles

son los intereses de los estudiantes; ello me permitió orientar algunos de los contenidos del curso hacia esos temas.

Por otro lado, es fundamental resaltar que, además de los temas propiamente de química, los estudiantes hablan de aspectos relacionados con la molécula, pero que trascienden el ámbito de la química. Así, hay discusiones sobre la legalización de las drogas (o sobre su investigación), o bien los prejuicios que hay alrededor de los jóvenes que padecen depresión. Es claro que los estudiantes se involucran en la realización de esta tarea y que, en muchas ocasiones, encuentran en ésta un espacio para hablar de temas que les preocupan.

Otro aspecto fundamental en esta tarea es el uso de distintas representaciones para una molécula, lo cual es una habilidad indispensable en los estudiantes de química. Ellos utilizan distintas herramientas tecnológicas para representar sus moléculas y éstas se “incrustan” en el documento:

FIGURA 2. DISTINTAS REPRESENTACIONES DE LA DOPAMINA



Los textos multimodales, como el realizado por los estudiantes para este trabajo, permiten la incorporación de distintos soportes, todo ello con el fin de construir el significado del texto. Así, las representaciones de las moléculas no son sólo ilustraciones del texto escrito, sino que su incorporación facilita y promueve la construcción del significado, fortaleciendo lo que se ha denominado “literacidad multimodal” (Jewitt y Kress, 2003).

Durante el trimestre, mientras los estudiantes están en el proceso de construcción del texto, hay distintas oportunidades para la evaluación formativa, lo cual permite que se desarrolle progresivamente. De manera particular, los estudiantes tienen la oportunidad de hacer una revisión de pares de los documentos que están generando, para lo cual utilizan una rúbrica (véase el anexo 2). Esta revisión de pares es muy importante, pues permite a los estudiantes conocer el trabajo de sus compañeros, mirar su propio trabajo en

perspectiva y tomar en cuenta las opiniones de otros para el desarrollo de su trabajo. Los estudiantes señalan que esta revisión de pares (o coevaluación), es uno de los aspectos más relevantes del trabajo, puesto que les permite considerar de qué manera su texto es leído por alguien más, e incorporar las apreciaciones al texto final. Ello supone también el desarrollo de habilidades metacognitivas, tan relevantes en la formación universitaria.

## Conclusiones

La disponibilidad de herramientas tecnológicas nos brinda numerosas posibilidades para el aprendizaje; pero su uso adecuado es fundamental para transformar nuestra concepción del aprendizaje y considerar la participación de los estudiantes en sus propios procesos de aprendizaje.

El diseño de experiencias de aprendizaje es la tarea principal del profesor; no se trata solamente de que el profesor imparta la clase, sino de que describa las tareas que los estudiantes habrán de ejecutar, para que sean ellos quienes, al realizar las encomiendas, construyan sus conocimientos disciplinares y desarrollen las habilidades necesarias. En este caso, la elaboración de un texto multimodal permitió a los estudiantes no sólo conocer sobre las moléculas de su interés, sino esgrimir y reutilizar este conocimiento en la preparación de un documento que podrá ser revisado y citado.

Las habilidades desarrolladas en esta experiencia se vinculan con las capacidades genéricas de leer, escribir y buscar información, así como con las capacidades específicas de la disciplina, por ejemplo, relacionar la estructura y la función de una molécula.

La construcción de un texto como éste requiere disponer de tiempo en clase, y también de tiempo de revisión por parte del docente, puesto que es esencial para los estudiantes tener una evaluación previa que les permita orientar el producto final. La inversión del tiempo del profesor o profesora en el diseño de la tarea y en la revisión de ésta, se ve claramente recompensado por la calidad de los trabajos elaborados y el interés que los estudiantes ponen en esas tareas.

## Fuentes

Arroyo, M.J. y J.F. Zorrilla (2015). *El desarrollo de capacidades genéricas a nivel licenciatura. Una experiencia*. México: UAM, en <<http://www.uam.mx/casadelibrosabiertos/index.html>>.

- Bereiter, C. y M. Scardamalia (1987). *The Psychology of Written Composition*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Emsley, J. (1999). *Molecules at an Exhibition*. Oxford: Oxford University Press (Paperbacks).
- Freeman, S., et al. (2014). "Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics", *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS), vol. 111: 8410-8415.
- Jewitt, C. y G. Kress (eds.) (2003). *Multimodal Literacy*. Nueva York: Peter Lang.
- Reynolds, J. A. et al. (2012). "Writing-to-Learn in Undergraduate Science Education: A Community-Based, Conceptually Driven Approach", *CBE Life Sciences Education*, vol. 11, núm. 1: 17-25.
- Universidad Iberoamericana de México (UIM). Investigaciones para el Desarrollo de la Educación (INIDE) (2013). "Informe de competencias profesionales en preuniversitarios y universitarios de Iberoamérica", en <<http://www.universia.net/wp-content/uploads/EstudioCompetencias13.pdf>>.
- Wilson, J. (1994). "Writing to Learn in an Organic Chemistry Course", *Journal of Chemical Education*, vol. 71, núm. 12.

## Anexo 1.

### Instrucciones para desarrollar el ensayo explicativo "Moléculas de la vida"

#### "Moléculas de la vida"

Los compuestos orgánicos son fundamentales en nuestra vida: en las cosas que comemos, en los medicamentos que tomamos y en cada uno de nuestros procesos vitales están involucradas cientos de moléculas orgánicas. Como parte de la evaluación de este curso, vamos a construir una página web sobre moléculas orgánicas que se encuentran en alimentos, fármacos, en el cuerpo humano, en procesos industriales, etc. Cada uno de los estudiantes de este curso seleccionará una molécula de su interés y desarrollará un breve ensayo, que después será convertido en un documento electrónico para formar parte de una página web.

La idea de este trabajo es diseñar un documento de divulgación de la química en el que describas una molécula que te resulte interesante, la representes de maneras diferentes y que identifiques algunos fenómenos o procesos en los que está involucrada.

El trabajo tiene dos objetivos fundamentales:

1. En el ámbito de la química, se busca que puedas relacionar la estructura de una molécula con la función que tiene y con las reacciones en las que participa, así como que aprendas a utilizar la representación más adecuada de la molécula.
2. En el ámbito de las habilidades generales, se busca que desarrolles la habilidad de comunicar efectivamente un tema químico a un público amplio, mediante la generación de un texto breve bien escrito y que contenga imágenes atractivas, relacionadas con el tema, así como referencias adecuadas.

La audiencia de esta página serán tu maestra y tus compañeros de la UEA, pero esperaríamos que fuera una página muy visitada, gracias a la calidad de la información que ofrece.

Para elaborar este trabajo, vamos a hacer distintas entregas, de acuerdo con el siguiente cronograma. Al final del documento, puedes consultar una primera versión de la rúbrica que se utilizará para evaluar la escritura, pero ésta la compartiremos con todo el grupo para tener nuestra propia versión. Te presentaremos también un ejemplo de un texto en el que se describe una molécula y sus aplicaciones para que lo tengas como referencia.

Semana		
3	¿Con qué molécula voy a trabajar y por qué?	Ensayo breve de entre media y una cuartilla que responda la pregunta.
3	Bibliografía anotada	Una breve descripción de dos sitios web que sean útiles para tu trabajo con la referencia completa.
5	Formas de representar la molécula	Presentar la molécula al menos de tres formas diferentes y argumentar cuáles son las ventajas y desventajas de cada representación. Indagar la forma en la que estas representaciones pueden incorporarse en una página electrónica.
8	Primer borrador del texto	Ensayo de entre una y dos cuartillas que describa la molécula, los fenómenos o procesos en los que es importante y al menos una reacción en la que participe.

Semana		
9	Versión 1 del texto	El ensayo que entregaste, incorporando los comentarios de tus compañeros y maestra, con una carátula en la que respondas preguntas relacionadas con el desarrollo de tu trabajo.
10	Presentación de la versión electrónica	Presentación en grupos de la versión electrónica para recibir comentarios.
11	Presentación final de la página web	

FUENTE: elaboración propia.

## Anexo 2.

### Rúbrica de escritura personal

#### RÚBRICAS DE ESCRITURA

<i>Pautas de revisión de escritura</i>			
<i>Escala</i>			
<i>Aspecto</i>	<i>1. Principiante</i>	<i>2. Intermedio</i>	<i>3. Avanzado</i>
<i>Ideas/contenido</i>	Ideas confusas y sin fundamento.	Ideas algo enfocadas, pero poco desarrolladas	Ideas claras, enfocadas y fundamentadas.
<i>Organización/estructura</i>	Texto desorganizado y sin dirección, difícil de seguir.	Texto con alguna organización y dirección.	Texto ordenado de principio a fin, con uso adecuado de conectores.
<i>Voz</i>	El escritor no muestra emoción ni interés por lo que escribe.	El escritor revela su personalidad, interés y emociones de vez en cuando.	Escritura honesta, animada, interesante y con personalidad.
<i>Vocabulario</i>	Vocabulario limitado, inadecuado, repetitivo o aburrido	Vocabulario adecuado, pero limitado.	Vocabulario variado, apropiado, preciso e interesante.
<i>Fluidez</i>	Oraciones incompletas, confusas, o muy largas; difíciles de entender.	Oraciones comprensibles, pero con poca variedad.	Oraciones completas, claras, variadas.
<i>Ortografía y puntuación</i>	Demasiados errores que dificultan la lectura y comprensión.	Buen control; no hay errores graves que impidan la comprensión.	Excelente control con sólo errores mínimos.

FUENTE: elaboración de Gregorio Hernández Zamora, con adaptaciones de Alejandra García Franco, a partir de aportaciones de sus alumnos del Taller de Literacidad.



# Análisis y graficación de redes socioproductivas

Marco Aurelio Jaso Sánchez\*

## Introducción

**E**n este capítulo se describe y reflexiona sobre la experiencia del uso de software para el análisis y graficación de redes, particularmente en la unidad de enseñanza-aprendizaje (UEA) Relaciones Interorganizacionales y Redes de Innovación, de la Licenciatura en Administración de la UAM Cuajimalpa. El enfoque de esta licenciatura es novedoso: se implementó a partir del 2005. Se distingue de otros planes nacionales de administración por su capacidad para dotar al egresado de herramientas teóricas, metodológicas y prácticas para diagnosticar distintos tipos de organizaciones, reconociendo sus contextos institucionales complejos y dinámicos, y facultándolo para incidir en sus procesos de transformación. Tal aspiración ha sido plasmada en el objetivo general de su Plan de Estudios en los siguientes términos:

Formar profesionales en Administración preparados para comprender los problemas económicos, sociales y políticos que enfrentan las organizaciones en la sociedad contemporánea, desarrollando su capacidad reflexiva, un comportamiento ético y la capacidad para diagnosticar la problemática, tanto técnica como social, de las organizaciones públicas, privadas o sociales, proponiendo acciones para propiciar el cambio, así como diseñar nuevas formas de organización y el rediseño de los sistemas y procedimientos de gestión con la finalidad de garantizar su funcionamiento en ambientes sustentables (UAM, 2015).

Para contribuir al logro de esta finalidad, el plan de estudios incorpora la UEA de Relaciones Interorganizacionales y Redes de Innovación, la cual se ofrece en el duodécimo trimestre de la carrera, como una optativa de orientación del Bloque 2 (Conocimiento y Competitividad). Esta UEA se propone como objetivo

---

\* Profesor-investigador del Departamento de Estudios Institucionales de la UAM Cuajimalpa. C.e.: <mjaso@correo.cua.uam.mx>.

Que al final del bloque de orientación el alumno sea capaz de: proponer intercambios entre diversas instituciones como estrategia para generar valor económico y social en contextos crecientemente inciertos, complejos y dinámicos. Su programa contempla abordar el análisis del intercambio interorganizacional del conocimiento y las distintas modalidades a través del cual éste puede llevarse a cabo, reconociendo el papel de la confianza, el capital social y la innovación (Avaro, 2006).

Bajo esta orientación, al impartir el programa a las primeras cinco generaciones, además de revisar los conceptos básicos del intercambio organizacional y de la teoría de redes (Koputh, 2010; Easley y Kleinberg, 2010), se revisaban distintas modalidades de colaboración, entre las que se encuentran la relación proveedor-usuario, las alianzas estratégicas, las economías de proximidad y los *clusters* (conglomerados), las relaciones academia-gobierno-sector productivo, los sistemas de innovación y las comunidades de aprendizaje (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). Sin embargo, la experiencia fue revelando que estudiar este amplio bagaje de enfoques y modalidades tenía ventajas y desventajas: ofrecía una visión muy actualizada del discurso de la colaboración para la innovación, así como el conocimiento de varios casos locales, nacionales e internacionales; pero no ofrecía herramientas específicas que facilitaran la identificación del alumno con los contenidos y la apropiación de los conceptos de la teoría de redes. Al final del curso, y mediante los formatos de retroalimentación, algunos alumnos externaron que les parecían temas “muy interesantes”, pero que desearían hacer “cosas más prácticas”.

En este contexto, en el trimestre 2013 (primavera), se decidió implementar la manera de cerrar la brecha entre los intereses y fortalezas de los alumnos y los conceptos del programa. Se podía aprovechar el gusto de los estudiantes por manejar software, así como su uso y familiaridad con redes sociales (Facebook o Twitter, por ejemplo).

Convenientemente, la comunidad de desarrolladores de software ha puesto a disposición de los usuarios un amplio número de aplicaciones que permiten analizar y graficar los procesos de interacción digital. La existencia de software libre o de paga para el análisis de redes emergió como una oportunidad para vincular algunos de los conceptos teóricos con el entorno social de los alumnos, sus gustos y preferencias.

Las secciones de metodología y descripción del caso dan cuenta de la estrategia didáctica seguida para aprovechar el uso de software (como Agna y Gephi), en beneficio de la comprensión y apropiación de los conceptos de teoría de redes sociales para el estudio de la colaboración e intercambio de conocimiento y la innovación.

## Metodología

En relación con el método didáctico puesto en marcha, conviene especificar que el uso de software para el análisis de redes permitió al alumno de administración graficar y analizar la interacción entre individuos, organizaciones y otros actores sociales. Su aplicación en la docencia se realizó con los siguientes objetivos, materiales y métodos.

### Objetivos

La introducción del software para el análisis de redes persigue los siguientes objetivos:

1. Que el alumno se familiarice, a partir de la observación de su propia estructura de vinculación, con conceptos pertenecientes a la teoría de redes sociales.
2. Que el alumno aprenda a utilizar software para analizar la estructura de interacción entre individuos u organizaciones, facilitando su comprensión de conceptos teóricos.
3. Que el alumno generalice conceptos derivados de la práctica del análisis de redes sociales al análisis de estructuras socioproductivas.

### Materiales

La oferta de programas de software para el análisis de redes es bastante amplio y dinámico, si bien algunos de los más conocidos son NetDraw, Pajek, UCInet, Visone, entre otros, en la experiencia didáctica referida se decidió usar Agna y Gephi por las siguientes razones.

### Agna

Éste es un programa de descarga gratuita, de fácil instalación, con una interfaz sencilla e intuitiva, que facilita su manejo por usuarios no expertos y el aprendizaje de los conceptos básicos. Es adecuado para trabajar con redes pequeñas o medianas (menores a cincuenta nodos, aproximadamente). Ofrece un grafo circular (personalizable), de manera que no se requiere la ejecución de comandos de logaritmos que ordenen la red y faciliten la visualización. Por estas razones, se seleccionó como el programa inicial o introductorio. La desventaja es que se dificulta el manejo y visualización de redes grandes, así como el cálculo de parámetros avanzados para el análisis de la red y sus *clusters* (conglomerados).

## ***Gephi***

En cambio, el programa Gephi, debido a su sofisticación, se encuentra en el extremo opuesto. Es ideal para trabajar con redes muy grandes y facilita su visualización. Sin embargo, se seleccionó debido a que permite importar bases de datos de Facebook. En el trimestre en que se ensayó su uso, Facebook permitía descargar la base de datos de la red de *amigos* de un usuario. Estos archivos se importaban, analizaban y graficaban en Gephi. Por ello constituyó un programa adecuado para acercar al alumno a la teoría de redes, además de motivarlo usando su propia estructura de amigos de Facebook. Hoy en día, debido al cambio de las políticas de privacidad, únicamente se generan bases de datos de grupos y de envíos (post) específicos.

### ***Equipo y número de sesiones***

El aprendizaje y práctica de Agna se llevó a cabo en una sesión de dos horas, en el salón de clase, utilizando las laptops personales de los alumnos. La actividad la ensayó un grupo de diecinueve alumnos. Posteriormente, debido a las características de Gephi, se requirieron dos sesiones para conocer sus funciones básicas. Fue necesario utilizar una computadora de escritorio por alumno en las aulas de cómputo. Estas sesiones transcurrieron en la primera unidad del curso y fueron guiadas por el profesor. Durante las unidades posteriores, los alumnos siguieron ensayando el programa en sus casas.

### ***Etapas del método***

Las etapas del método consistieron en

- a) Sesiones de introducción a los programas guiadas por el profesor en el salón.
- b) Práctica libre del programa a cargo del alumno en sus hogares.
- c) Utilización de alguno de los programas para graficar la estructura y dinámica de colaboración de una organización o proyecto elegido por el alumno.

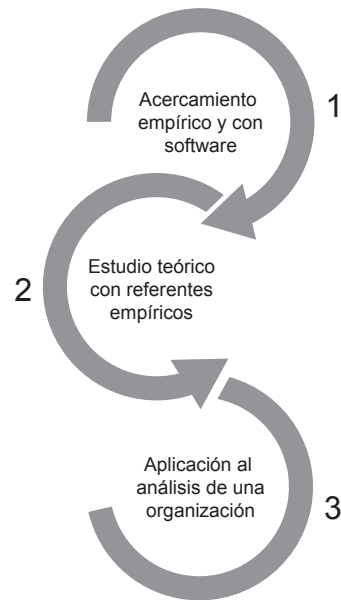
Esta última actividad permitió elaborar los indicadores y gráficas para la integración de un trabajo final.

### ***Descripción del caso***

El curso se diseñó para que la práctica del software acompañara paralelamente la revisión de contenidos teóricos y se dividió en cuatro unidades. El curso se impartió en dos sesiones a la semana, de dos horas cada una,

durante once semanas. La primera unidad se denominó "¿Por qué, para qué y cómo cooperan las organizaciones?" Después de haber presentado el programa en la primera semana, en las semanas dos a cuatro permitieron que un día a la semana se abordaran los enfoques principales de la teoría de redes y su utilidad para los administradores; mientras que en la segunda sesión de la semana se realizaba la práctica de software. Las unidades segunda y tercera tuvieron como propósito que el alumno se familiarizara con los enfoques teóricos para el estudio de la colaboración empresarial, así como con las herramientas que facilitan la gestión de la colaboración. Esas unidades se apoyaron con la revisión de casos específicos, en varios de los cuales los autores aplicaban la metodología de análisis de redes. En la cuarta unidad se profundizó en las herramientas y conceptos técnicos para la identificación de redes, su análisis y graficación.

### ESQUEMA 1. CONCEPCIÓN GENERAL DEL CURSO EN TRES ETAPAS



FUENTE: elaboración propia.

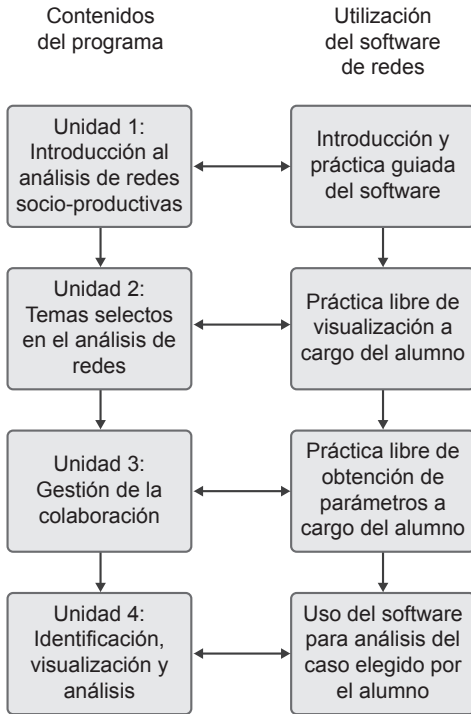
En dicha unidad, los alumnos analizaron la colaboración en una organización local previamente seleccionada por ellos. Para recabar el entramado colaborativo en torno a un tema específico, se diseñó un protocolo de investigación básico y la información se recabó mediante entrevistas con informantes clave.

#### **Práctica 1**

Por su sencillez, el programa Agna<sup>1</sup> fue el primero en ser enseñado al grupo. Se solicitó a los alumnos que lo descargaran gratuitamente de Internet, que lo instalaran en sus laptops y las llevaran al aula. El objetivo de la sesión consistió en que el alumno observara que cualquier sistema de interacción humana es susceptible de ser representado de manera matricial y que dicha matriz se representa gráficamente.

<sup>1</sup> Agna es el acrónimo de Applied Graph and Network Analysis, un software gratuito registrado en 2002-2003 por I. M. Benta. La última versión disponible es Agna 2.1.1.

## ESQUEMA 2. COMPLEMENTARIEDAD TEORÍA Y PRÁCTICA



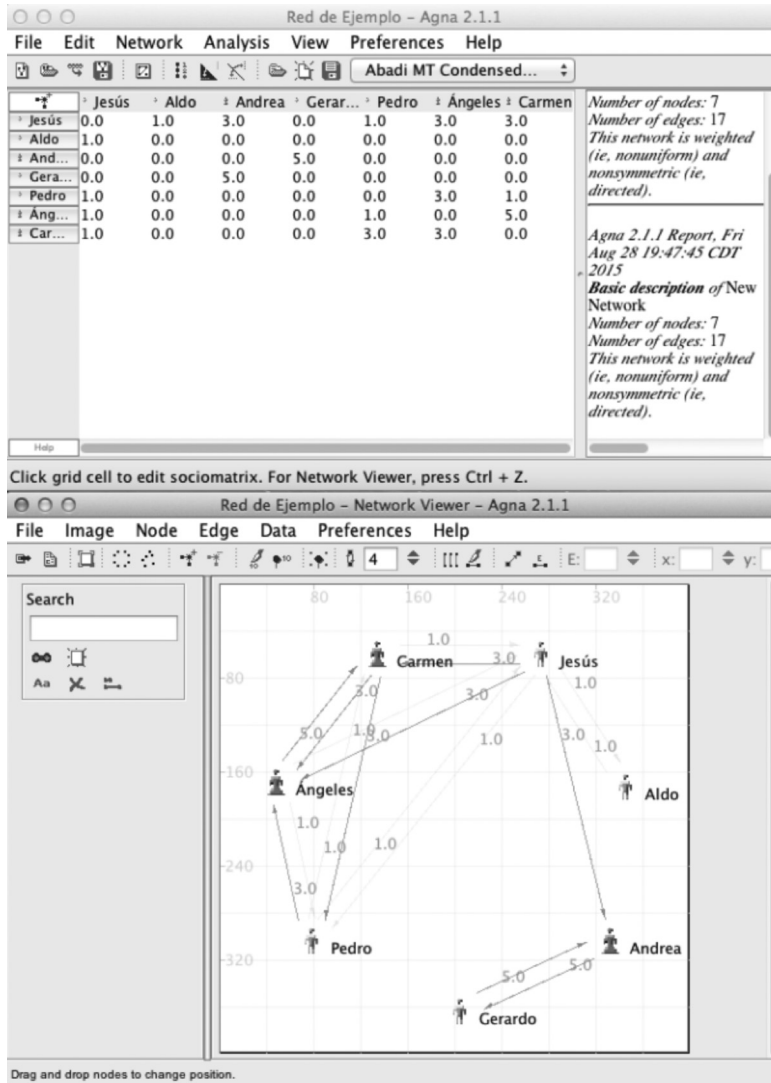
FUENTE: elaboración propia.

Se solicitó a los alumnos que recordaran a los compañeros con los que habían tenido mayor interacción el trimestre anterior con la idea de tratar de encontrar una estructura de vinculación específica. Debido a que el programa ofrece una matriz (matriz de adyacencias) para capturar el nombre de los individuos (nodos) que forman parte de la red, se pidió a los alumnos que registran el nombre de los compañeros de grupo con los que interactuaron informalmente.

Posteriormente, se solicitó que evaluaran la frecuencia de la interacción mediante una escala con los siguientes valores: Nula (0), Baja (1), Media (3), Alta (5). Ello permitió que el programa generara un grafo circular, en el que los nodos se conectan mediante flechas de distinto grosor, dependiendo de la frecuencia de la interacción.

Se explicó a los alumnos que si únicamente interesa observar la conectividad entre los nodos, pero no la direccionalidad de la interacción, se puede trabajar únicamente con la matriz triangular superior. Sin embargo, para que observaran ejemplos de direccionalidad en la matriz completa, se solicitó a algunos alumnos que ofrecieran sus redes al profesor para que él les mostrase los casos de co-nominación y reciprocidad. Es decir, si en la gráfica 1a se especifica que Andrea se vinculó con Gerardo, y éste en su propia gráfica señala que se vinculó con Andrea, tenemos un caso de co-nominación o reciprocidad. En el lenguaje de los gráficos, esto se representa con una flecha de dos puntas que los vincule, o bien con dos flechas en sentidos opuestos, como lo permite hacer Agna (gráficas 1a y 1b).

## GRÁFICAS 1A Y 1B. MATRIZ DE ADYACENCIAS Y GRAFO CIRCULAR DE AGNA



FUENTE: elaboración propia con Agna 2.1.1.

Una vez que cada alumno elaboró su gráfico de relaciones, se les pidió que ensayaran y alteraran la estructura de conectividad de la matriz, así como sus valores. Se les sugirió, por ejemplo, inventar una red con alto nivel de vinculación y otra con un nivel contrastantemente más bajo, con la finalidad de que observaran el cambio en los parámetros matemáticos. Mediante el ensayo de distintas redes, los alumnos identificaron, empírica e inductivamente, distintas estructuras de red, así como su correspondiente representación matricial.

Si bien este programa permite calcular parámetros de distancia, *sociométricos* y *de centralidad*, mediante cerca de diecisiete parámetros distintos,<sup>2</sup> debido al carácter introductorio de la sesión, únicamente se explicaron los siguientes cinco, ya que son fáciles de observar en la matriz y en la gráfica; además de que cuentan con referentes empíricos más claros.

**CUADRO 1. ANÁLISIS DE PARÁMETROS SOCIOMÉTRICOS BÁSICOS DE LA RED**

<i>Parámetro</i>	<i>Explicación del concepto</i>	<i>Interpretación y valor</i>
<i>Diámetro</i>	Es la longitud (número de tramos o vinculaciones) del trayecto geodésico más grande de la red, en donde éste significa el trayecto más corto entre dos nodos cualesquiera de la red.	En esta red, el nodo o individuo de menor vinculación es Gerardo; él requiere un máximo de tres líneas para acceder a cualquier otro integrante; por lo tanto, el diámetro de la red es 3.
<i>Nodos con mayor y menor grado de salida</i>	El grado de salida de un nodo es el número de flechas que salen de él, en nuestro caso, se trata de nominaciones de vinculación emitidas.	El nodo con mayor grado de salida corresponde a Jesús (5 o bien 0.7 en términos relativos); mientras que los de menor grado de salida son Aldo, Andrea y Gerardo (1 o 0.1 en términos relativos).
<i>Nodos con mayor y menor grado de entrada</i>	El grado de entrada de un nodo es el número de flechas que convergen en él, en nuestro caso, se trata de nominaciones de vinculación recibidas.	El nodo con mayor grado de entrada corresponde a Jesús (4 o 0.6 en términos relativos); mientras que los de menor grado de entrada son Aldo y Gerardo (1 o 0.1 en términos relativos).
<i>Densidad</i>	La densidad de una red es el número total de líneas o vinculaciones dividido entre el número de todas las vinculaciones posibles. Se calcula de manera diferente para redes dirigidas y no dirigidas.	En el caso de nuestra red, la densidad es de 0.4. En otras palabras, ha alcanzado el 40% de su nivel máximo de saturación. Una densidad de 1 o del 100% representaría que cada integrante manifestó haberse vinculado con el resto sin excepción.
<i>Cohesión</i>	El índice de cohesión refleja el nivel de conectividad o nominación mutua entre pares de la red. Se calcula dividiendo el número de conexiones mutuas entre el número máximo de conexiones posibles.	En el caso de nuestra red, el índice de cohesión alcanzó el valor de 0.38.

FUENTE: elaboración propia, con base en Scott (2000).

NOTA: conceptos básicos y definiciones comúnmente aceptadas de estos términos se hallan también en Easley y Kleinberg (2010), así como en Koputh (2010).

<sup>2</sup> A través del menú "Análisis", Agna puede calcular los siguientes parámetros: medidas de distancia (diámetro, excentricidad, matriz geodésica, rutas más cortas); medidas sociométricas (grado de los nodos, grados de salida, grados de entrada, densidad, cohesión, grado de emisión, grado de recepción, grado de determinación, estatus sociométrico) y medidas de centralidad (Bavelas-Leavitt, Closeness, Farness, Betweenness).



En esta práctica, los alumnos manejaron los conceptos de *matriz de adyacencias*, *matriz triangular*, *grafo dirigido*, *diámetro de la red*, *grado de entrada*, *grado de salida*, *densidad* y *cohesión* (Scott, 2000).

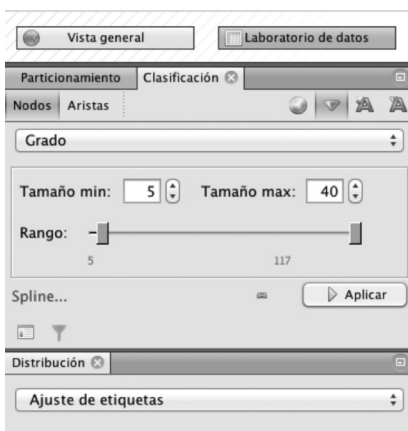
### Prácticas 2 y 3 con Gephi

Las prácticas 2 y 3 tuvieron como propósito familiarizar al alumno con las funciones básicas de Gephi-0.8.2-beta, mediante el análisis y graficación de su "red de amigos" de Facebook. Gephi es un software gratuito, desarrollado por una comunidad de programadores; es un programa robusto, con características avanzadas que facilitan la exploración, análisis y visualización de redes muy grandes. Las prácticas se desarrollaron en computadoras que contaran con el programa preinstalado en una de las aulas de cómputo de la sede Cuajimalpa.

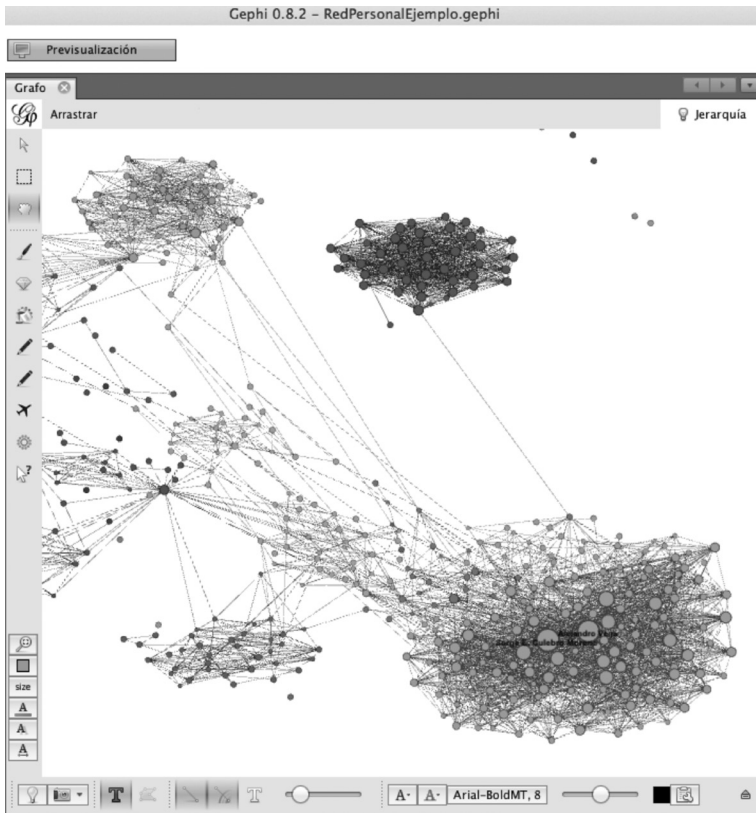
Esta práctica fue posible gracias a que una comunidad de usuarios de Facebook desarrolló una aplicación denominada Netvizz, disponible en esta misma red social, aplicación que permitía descargar bases de datos de los "amigos" de un usuario, que a su vez son "amigos" entre sí, así como la interacción entre miembros de un grupo o alrededor de los comentarios a un envío (post). A partir del 2015, sólo es posible descargar la información referente a las dos últimas modalidades.

La primera práctica tenía como propósito importar la base de datos de la red personal en Gephi, explicar la estructura de las interfaces principales del programa (Vista General, Laboratorio de Datos y Previsualización); utilizar los algoritmos y funciones que permiten desplegar una red clara y legible y, finalmente, guardar los archivos de datos y el del gráfico (gráficas 2a, 2b y 2c).

### GRÁFICAS 2A Y 2B. INTERFACE Y GRAFO DE GEPHI



## GRÁFICA 2C. INTERFACE Y GRAFO DE GEPHI



FUENTE: elaboración propia con Gephi-0.8.2-beta.

Con el apoyo de un breve documento de instrucciones (elaborado por el profesor), y siguiendo sus indicaciones, los alumnos ingresaron a la versión Netvizz V1.21 para descargar un archivo terminación gdf de su red personal. Este archivo se importó gracias a la ayuda del programa Gephi.

En la segunda práctica, se profundizó en el uso de filtros, con la finalidad de mejorar la visualización de la red. También se pudieron explorar y utilizar las funciones estadísticas para conocer parámetros básicos, como grados de los nodos y de la red, coeficientes de modularidad (agrupaciones en la figura 4b), coeficientes de *clustering*, entre los principales.

Esta práctica presentó algunos retos didácticos: el primero consistió en que, sin tener aún un conocimiento sólido de las estadísticas y parámetros de las redes, los alumnos deseaban explorar todas las funciones de un programa muy especializado. Eso hizo que, en ocasiones, algunos estudiantes se sintieran desorientados. Afortunadamente, el tamaño del grupo facilitó

reorientarlos para que retornaran a las actividades específicas programadas para el grupo. El profesor fue apoyado por los alumnos que comprendieron más rápidamente a manejar el programa. La visualización de la red sorprendió y entusiasmó a los alumnos, quienes se esforzaron por aplicar los algoritmos que ofrece el programa para volver la red más clara y legible. De acuerdo con la opinión de los alumnos y la valoración del profesor, el saldo fue positivo, en la medida en que se logró el objetivo de motivar al alumno en el estudio de las redes.

## Uso del software para el análisis de un caso

Desde la primera semana del curso, se solicitó a los alumnos que eligieran una organización o un proyecto que les permitiese analizar la colaboración a través de la metodología de redes. Los alumnos afinaron un protocolo de investigación básico y guías de entrevista que permitieran:

- a) Contextualizar el caso.
- b) Identificar los agentes o nodos principales.
- c) Caracterizar los flujos de información y colaboración.

Con estos insumos, los alumnos elaboraron las matrices correspondientes que alimentaron los programas para el diseño de sus gráficas. Algunos alumnos prefirieron utilizar Agna; otros, Gephi.

El análisis de la colaboración incluyó estadísticas básicas ofrecidas por el programa; en promedio, la mitad de los indicadores fueron adecuadamente interpretados; una cuarta parte tuvo algunas deficiencias; otra cuarta parte no fue interpretada.

## Resultados

La introducción de software en este curso perseguía dos objetivos: el primero consistió en incrementar la motivación de los alumnos en el estudio de las redes, a través del análisis de sus redes personales con el apoyo de herramientas digitales prácticas; mientras que el segundo se centró en capacitarlos en el uso de paquetería de cómputo, que les permitiera tender un puente entre la teoría, el análisis empírico y la gestión de recursos humanos, en el ámbito de su futuro quehacer profesional.

En cuanto al primer objetivo, la actitud y los comentarios de los alumnos revelaron que se logró para todo el grupo; la motivación se mantuvo a lo

largo de todo el trimestre; en tanto que, para el segundo objetivo, el reporte final y el desempeño de los alumnos en clase reveló tres niveles de dominio: aproximadamente un 25 por ciento del grupo demostró que pudo usar el software, al menos en las funciones ensayadas en clase, y lo aplicaron correctamente en su reporte. Cerca del 50 por ciento del grupo mostró un nivel intermedio de dominio, es decir, lograron graficar la red con el software, obtuvieron solamente algunos indicadores y obtuvieron una interpretación parcial de los mismos. El restante 25 por ciento tuvo dificultades en distintos aspectos básicos: instalación de los programas, importación y edición de datos, así como manejo del software.

## Conclusión

Esta experiencia demostró beneficios en los siguientes aspectos:

- a) Incremento de la motivación en el tema del curso.
- b) Desarrollo de capacidades analíticas prácticas de los procesos de colaboración mediante el uso de software.
- c) Incremento de la comprensión de libros de texto, artículos de investigación o reportes que emplearon en la metodología de redes.
- d) Incremento de la sensibilidad de un tema que puede profundizarse y aplicarse en distintos ámbitos.

El ámbito de aplicación de este software y método didáctico para los estudiantes de administración y ciencias sociales, en general, puede ser muy amplio: gestión de recursos humanos y clima organizacional; gestión del conocimiento y la innovación; adicionalmente se analizan las redes de afinidad, la estructura formal e informal de colaboración dentro de la organización o con miembros de otras organizaciones, las redes de influencia y poder, entre otros temas.

Se observó que la práctica libre del software fue muy desigual entre los alumnos del grupo. No todos siguieron practicándolo en casa durante las unidades intermedias del curso. Esto fue muy evidente en la última unidad, cuando, al momento de querer utilizarlo para elaborar el reporte final, algunos alumnos tenían muchas dudas.

En el ánimo de un diagnóstico y análisis objetivo del saldo pedagógico de esta actividad, conviene identificar algunos costos. Naturalmente, al haber invertido parte del tiempo del curso al aprendizaje del software se le restó algo de tiempo a la revisión de la amplia variedad de enfoques teóricos de la colaboración; adicionalmente, los alumnos practicaron funciones muy básicas de los programas, sin lograr dominar su potencial. En síntesis, se con-

sidera útil mantener el uso del software para beneficio del aprendizaje de contenidos teóricos, pero quizá convendría complementarlo con algún taller paralelo o con trabajo en equipos, de tal modo que los alumnos con mejor dominio del software apoyen a quienes les costó más trabajo. De acuerdo con la valoración del profesor, esta práctica reforzó el puente entre sus actividades de investigación y las de docencia.

## Fuentes

- Avaro, D. (comp.) (2006). *Cátedra ALCUE. Sociedad del conocimiento*. México: Flacso México, en <[http://www.flacso.edu.mx/colaboratorio/uploads/catedras/catedra\\_ALCUE.pdf](http://www.flacso.edu.mx/colaboratorio/uploads/catedras/catedra_ALCUE.pdf)>.
- Easley, D. y J. Kleinberg (2010). *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Etzkowitz, H. y L. Leydesdorff (2000). "The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Research Policy*, vol. 29, pp. 109-123.
- Koputh, K. (2010). *Social Capital. An Introduction to Managing Networks*. Cheltenham, R.U: Edward Elgar.
- Scott, J. (2000). *Social Network Analysis. A Handbook*, 2ª ed. Londres: Sage.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2015). "Plan de Estudios de la Licenciatura en Administración". México: UAM Cuajimalpa, en <[http://www.cua.uam.mx/pdfs/lic/1planes-de-estudio/abri-15/128\\_3\\_Lic\\_Administracion\\_CUA.pdf](http://www.cua.uam.mx/pdfs/lic/1planes-de-estudio/abri-15/128_3_Lic_Administracion_CUA.pdf)>.



# Herramientas de software para la administración

Aureola Quiñónez Salcido\*

## Introducción

La innovación en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que se ha presentado en la historia reciente, ha propiciado transformaciones en la sociedad, cambiando los usos y costumbres de las familias, así como las transacciones del mercado.

Jacovkis (2011) señaló que el impacto de las TIC ha sido “tan radical”, como el que propició la invención de la imprenta, hace seis siglos. Destacó que, en la actualidad, en los países desarrollados, los agentes sociales incorporan las TIC en su vida cotidiana; sin embargo, en países de América Latina existen sectores de la población sin acceso a las TIC, implicando un proceso más lento de adaptación a las nuevas tecnologías y menor competitividad ante los países desarrollados.

La transformación en la vida cotidiana de la sociedad y la incorporación rápida o tardía en los procesos de las organizaciones o del individuo ha favorecido o afectado su competitividad, por ello, el objetivo de este trabajo es presentar la incorporación de herramientas de software para la administración, en el caso específico de la unidad de enseñanza-aprendizaje (UEA) Gestión de Operaciones de la Licenciatura en Administración (LA) de la UAM Cuajimalpa (UAM-C).

El trabajo se estructura en tres partes: la primera presenta la incorporación de las TIC en las políticas públicas y el paradigma al que se enfrentan tanto las instituciones de educación superior (IES), como los docentes, para introducir las TIC en los métodos de enseñanza; la segunda versa sobre la incorporación de las herramientas de software en la UEA Gestión de Operaciones de la LA en esta

---

\* Profesora-investigadora adscrita al Departamento de Estudios Institucionales, UAM Cuajimalpa. C.e.: <aquinonez@correo.cua.uam.mx>.

sede; la tercera parte comprende los resultados obtenidos durante la aplicación del software para cumplir los objetivos de la UEA y, por último, las conclusiones.

## Las TIC y la educación superior

La incorporación tardía de los países de América Latina a las TIC pudo ser una de las causas que propiciaron que las políticas públicas de México prestaran especial atención al fomento del uso de estas tecnologías, estableciendo como una de las estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 la promoción de la incorporación de las nuevas TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando como líneas de acción:

- Desarrollar una política nacional de informática educativa, enfocada a que los estudiantes desarrollen sus capacidades para aprender a aprender mediante el uso de las TIC.
- Ampliar la dotación de equipos de cómputo y garantizar conectividad en los planteles educativos.
- Intensificar el uso de herramientas de innovación tecnológica en todos los niveles del sistema educativo (Peña, 2013: 124).

Por su parte, la introducción de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las instituciones de educación superior (IES) ha generado nuevos paradigmas en los modelos educativos, de tal forma que, instituciones y docentes deben establecer nuevas metodologías y utilizar herramientas cognitivas para promover el desarrollo de habilidades de los alumnos.

En este sentido, Salinas (2004) destacó que las IES deben flexibilizar su estructura administrativa y procedimientos, como un proceso de adaptación y de formación alternativa, acorde a las necesidades de la sociedad actual, presentando cambios en la concepción alumno-usuarios y el papel de los profesores ante los avances tecnológicos.

Por otro lado, la metodología de los procesos de enseñanza aprendizaje de las IES, los planes y programas de estudio, así como el desempeño de la institución y su estructura administrativa son evaluadas por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), los cuales emiten criterios para la evaluación de los programas y se consideran "una base para la autoevaluación realizada por las autoridades de cada programa académico y para el preinforme de evaluación".

En cuanto al Comité de Ciencias Sociales Administrativas (CCSA), estableció que los planes de estudio, en concordancia con el perfil de egreso, deben



proporcionar a los alumnos “las habilidades para utilizar la computación” (CCSA, 2001: 7). Este Comité estableció los siguientes criterios en procesos de enseñanza-aprendizaje:

1. Los métodos de enseñanza.
2. El trabajo individual, en equipo y con la computadora.
3. Creatividad y pensamiento crítico.
4. Métodos y técnicas de investigación.
5. Participación en proyectos de investigación.
6. Vinculación con sectores productivo y social.
7. Aprendizaje permanente.
8. Evaluación del aprendizaje.
9. Exámenes de diagnóstico.
10. Cumplimiento de los programas de asignatura.
11. Evaluación de la trayectoria escolar.
12. Tutoría y orientación académico-profesional.

En los criterios relacionados con los métodos de enseñanza, destaca que deben orientarse “a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el apoyo de medios audiovisuales y otras tecnologías”. En el rubro trabajo individual, en equipo y con la computadora, se sugiere la participación individual y colectiva del alumno apoyados en el uso de computadoras. En los métodos y técnicas de investigación, se establece que deben preparar al alumno para “reconocer y contribuir a la solución de los problemas que surgen en la práctica profesional” (CCSA, 2001: 16-17).

Por su parte, la UAM-C estableció en el Plan de Desarrollo Institucional 2012-2024 a las TIC como uno de los ejes del quehacer institucional, definiéndolas como medio fundamental para la operación de la Unidad y para incrementar su competitividad. Además del eje de la aplicación, el modelo educativo que promueve la integración del alumno a la sociedad, consiste en una formación sólida con aprendizaje significativo y desarrollo de habilidades necesarias en la vida, incorporando metodologías flexibles y tecnologías actuales para hacer frente a los desafíos mundiales.

Sin embargo, la transición en los procesos de enseñanza aprendizaje centrados en la incorporación de las nuevas tecnologías ha sido lenta; al respecto, Prensky (2001) señaló que existen fuertes brechas entre los estudiantes de la actualidad, a quienes denominó “nativos digitales” y los docentes, a quienes llamó “inmigrantes digitales”. Los “nativos digitales” nacieron y crecieron con los avances de las tecnologías, acostumbrándose a utilizar las herramientas digitales desde niños; en contraste, los “inmigrantes digitales” se han enfrentado a los cambios tecnológicos, adaptándose a las nuevas

tecnologías, existiendo resistencia de su aplicación y conservan procesos tradicionales.

Peñalosa (2013) señaló que los docentes se han adaptado al uso de algunas tecnologías, sin embargo, no siempre las han aplicado en fines educativos; consideró que las TIC funcionan como mediadoras entre los alumnos y los objetos del conocimiento, integrándolo como herramienta para construir un aprendizaje basado en la solución de problemas. Además, elaboró una tipología de herramientas tecnológicas para la educación, presentándolas en ocho familias: ambientales, presentación, co-construcción, autoría y productividad, comunicación, inmersión, estrategias y herramientas cognitivas.

Conforme a la tipología de Peñalosa (2013), en este trabajo se considera la incorporación de herramientas cognitivas, a través de la aplicación de software, en la formación de alumnos de la licenciatura en Administración de la UAM-C, específicamente en la UEA Gestión de Operaciones, durante los trimestres 15-I y 15-P.

El objetivo de la LA en la UAM Cuajimalpa es la creación de profesionales con habilidades suficientes para comprender los problemas económicos, sociales y políticos que enfrentan actualmente las organizaciones, así como para la negociación y solución de conflictos, es decir, profesionales capaces de analizar, planificar, dirigir y proponer alternativas y soluciones a los problemas de las instituciones.

El fin ulterior es que los egresados de la LA adquieran las habilidades necesarias para enfrentar las demandas de las organizaciones, presentando soluciones alternativas, en pro de la productividad y competitividad de la organización. No obstante, conforme a la evaluación del Comité de Ciencias Sociales y Administrativas (2012) del CIEES, el objetivo general del programa de estudios no se logró, señalando las siguientes causas:

la mayoría de las Unidades de Enseñanza-Aprendizaje están orientadas a la administración pública, social y de instituciones. Se recomienda rediseñar el plan de estudios, fortaleciendo las áreas de administración de recursos humanos y materiales; proceso administrativo en sus etapas de organización y procedimientos, planeación y control; contabilidad, en auditorías; economía, en sus niveles macro y micro; y derecho, en las áreas laboral y de seguridad social y mercadotecnia [...]. Los métodos de enseñanza-aprendizaje son poco efectivos, insuficientes en la parte práctica y excedidos en los aspectos teóricos, lo cual no permite que se logren los objetivos del plan de estudios y el perfil de egreso. Por lo que es conveniente además aplicar los métodos de enseñanza con un enfoque práctico,

acorde con el modelo constructivista, equilibrar las actividades de aprendizaje teóricas y prácticas en los programas de las UEA (CCSA, 2012: 10).

Para corregir algunas de las deficiencias identificadas en la evaluación de las CIEES, se aplicó un método de enseñanza con un enfoque práctico, con un modelo constructivista, buscando el equilibrio entre las actividades teóricas y prácticas, con el fin de fortalecer las áreas de administrativas de planeación, producción y distribución de las organizaciones.

Los objetivos de la licenciatura y de la UEA Gestión de Operaciones se relacionan con la identificación de los problemas que enfrentan las organizaciones, la descripción de las decisiones y la exploración de soluciones alternativas, utilizando conocimientos básicos de la gestión de operaciones.

Para cumplir con dichos objetivos, el programa de estudios de la UEA considera como fines específicos: aplicar metodologías de solución estándar de la investigación de operaciones; resolver la interrelación de las actividades de la base operativa de la organización con los otros subsistemas de la organización; identificar el tipo de modelación más conveniente en diferentes situaciones de la gestión de operaciones e implementar algoritmos básicos en programas de cómputo de amplia disponibilidad para la resolución de problemas de gestión de operaciones.

Los contenidos temáticos de la UEA se dividieron en cuatro unidades: origen y desarrollo de la investigación de operaciones; métodos de solución; análisis de sensibilidad y modelos probabilísticos.

## Herramientas de software en la administración

Para el desarrollo del presente trabajo, se consideró la inclusión de herramientas de software en la unidad de métodos de solución, considerando la infraestructura existente en la UAM-C, utilizando aula de cómputo y software adquiridos disponibles o libres, sin costo adicional para la institución. Por ello, se utilizó Excel, con su complemento Solver y los programas Lindo y Lingo (en su versión de demostración) para solucionar problemas de programación lineal, descargados de la página oficial de Lindo Systems Inc.

La inclusión de herramientas de software en los métodos de solución de los problemas de la empresa se basó en bibliografías actualizadas de la investigación de operaciones, como Hillier y Lieberman (2010), quienes presentan las instrucciones para descargar el complemento de Solver en Excel y cada uno de los pasos para trabajar tanto con Excel Solver, como con el software

Lindo o Lingo. Por ello, aquí no se indican los pasos para realizarlo, ya que no es una innovación, se trata de fortalecer las habilidades de los estudiantes a través del uso de herramientas de software en los negocios.

En las primeras sesiones del curso se creó una carpeta digital compartida en Dropbox, en la que se depositaron los materiales de estudio, los vínculos para los tutoriales de Lindo y Lingo, así como las actividades de los alumnos. Posteriormente, se identificaron los diversos problemas que enfrentan las organizaciones, centrando la atención en los de planeación, transporte, producción, inversión, inventarios y contratación (presentadas sin solución en De los Reyes y Romero, 1992).

Se identificaron problemas de optimización de las organizaciones, definiéndola como “la maximización o minimización” de una o más variables sujetas a restricciones (De los Reyes y Romero, 1992: 79). Se utilizó el problema planteado de la empresa Wyndor Glass, Co., con dos variables de decisión y sus distintos métodos de solución (Hillier y Lieberman, 2010: 22):

La Wyndor Glass Co. produce artículos de vidrio de alta calidad, entre ellos ventanas y puertas de vidrio. Tiene tres plantas. Los marcos y molduras de aluminio se hacen en la planta 1, los de madera en la planta 2; la 3 produce el vidrio y ensambla los productos.

Debido a una reducción de las ganancias, la alta administración ha decidido reorganizar la línea de producción de la compañía. Se descontinuarán varios productos no rentables y se dejará libre una parte de la capacidad de producción para emprender la fabricación de dos productos nuevos, cuyas ventas potenciales son muy prometedoras:

- Producto 1: una puerta de vidrio de 8 pies, con marco de aluminio.
- Producto 2: una ventana corrediza con marco de madera de 4 por 6 pies.

El producto 1 requiere parte de la capacidad de producción en las plantas 1 y 3, y nada en la planta 2. El producto 2 sólo necesita trabajo en las plantas 2 y 3. La división de comercialización ha concluido que la compañía puede vender todos los productos que se puedan fabricar en las plantas. Sin embargo, como ambos productos competirían por la misma capacidad de producción en la planta 3, no está claro cuál mezcla de productos sería la *más rentable*. Por lo tanto, se ha formado un equipo de IO para estudiar este problema.

El grupo comenzó por realizar juntas con la alta administración para identificar los objetivos del estudio. Como consecuencia de ellas se desarrolló la siguiente definición del problema:

Determinar cuáles tasas de *producción* deben tener los dos productos con el fin de *maximizar las utilidades totales*, sujetas a las restricciones impuestas por las capacidades de producción limitadas disponibles en las tres plantas (cada producto se fabricará en lotes de 20 unidades, de manera que la *tasa de producción* está definida como el número de lotes que se producen a la semana.) Se permite cualquier combinación de tasas de producción que satisfaga estas restricciones, incluso no fabricar uno de los productos y elaborar todo lo que sea posible del otro.

El equipo de IO también identificó los datos que necesitaba reunir:

1. Número de horas de producción disponibles por semana en cada planta para fabricar estos nuevos productos (casi todo el tiempo de estas plantas está comprometido con los productos actuales, lo que limita la capacidad para manufacturar nuevos productos).
2. Número de horas de fabricación que se emplea para producir cada lote de cada artículo nuevo en cada una de las plantas.
3. La ganancia por lote de cada producto nuevo (se escogió la *ganancia por lote producido* como una medida adecuada una vez que el equipo llegó a la conclusión de que la ganancia incremental de cada lote adicional producido sería, en esencia, *constante*, sin que importase el número total de lotes producidos. Debido a que no se incurre en costos sustanciales para iniciar la producción y la comercialización de estos nuevos productos, la ganancia total de cada uno es aproximadamente la *ganancia por lote que se produce* multiplicada por el número de lotes).

La obtención de estimaciones razonables de estas cantidades requirió del apoyo de personal clave en varias unidades de la compañía. El personal de la división de manufactura proporcionó los datos de la primera categoría mencionada. En la segunda categoría, el desarrollo de estimaciones requirió un análisis de los ingenieros de manufactura involucrados en el diseño de los procesos de producción para elaborar los nuevos artículos. Al analizar los datos de costos que se obtuvieron, junto con la decisión sobre los precios de la división de mercadotecnia, el departamento de contabilidad calculó las estimaciones para la tercera categoría.

CUADRO 1. DATOS DEL PROBLEMA DE WYNDOR GLASS CO.

Planta	Tiempo de producción por lote, horas		Tiempo de producción disponible a la semana por horas
	Producto		
	1	2	
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
<b>Ganancia por lote</b>	3,000	5,000	

FUENTE: Hillier y Lieberman (2010: 22).

Al aplicar los métodos de solución gráfico y el método simplex en sus formas algebraica y tabular, se identificaron deficiencias de álgebra y de cálculo diferencial en la formación previa de algunos alumnos, lo que dificultaba el proceso del aprendizaje. Para solucionar la heterogeneidad en las bases de matemáticas de los estudiantes, se realizaron ejercicios en clase, con sólo dos variables de decisión, analizando las soluciones factibles y óptimas, a través del método gráfico y simplex en sus formas algebraica y tabular, realizándolo de manera sencilla, destacando principalmente la comprensión de la importancia de la optimización y del diseño del modelo de programación lineal.

En las sesiones en aula de cómputo con el programa Excel, se apreció que los alumnos están acostumbrados al uso de las tecnologías, sin embargo, tenían poca o nula experiencia en la utilización del software, lo que implicó la realización de ejercicios previos, utilizando la hoja de cálculo con operaciones algebraicas sencillas, cálculo de medias aritméticas, de varianzas y covarianzas, así como la suma de productos, implicando la multiplicación de dos o más matrices y la suma de cada uno de sus resultados.

Una vez familiarizados con la hoja de cálculo, se procedió a trabajar con el complemento Solver de Excel, con el que los estudiantes realizaron un cuadro en Excel planteando el problema a optimizar, indicando las fórmulas necesarias para sumar el producto de las matrices e indicando el dato a optimizar, las variables de decisión y las restricciones, resolviendo el problema en Solver, de acuerdo a las instrucciones de Hillier y Lieberman (2010: 55).

El planteamiento del problema en Excel se aprecia en la figura 1, registrando los datos del proceso de producción, las horas usadas por proceso productivo, las restricciones del tiempo disponible de cada una de las plantas y la ganancia de cada producto. Los alumnos indicaron las fórmulas necesarias para realizar la suma de los productos de horas usadas por lote producido,

sujeto a las restricciones del modelo y la suma de los productos por la ganancia de cada una para obtener el máximo beneficio.

En la figura 2, se indica en Excel Solver el dato a optimizar, el rango de las restricciones y las variables de decisión. Finalmente, en la figura 3 se muestra el resultado del ejercicio.

FIGURA 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE WYNDOR GLASS EN EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Wyndor Glass Co.								
2			Puertas	Ventanas					
3									
4		Ganacia por lote de producto	3000	5000					
5									
6		Planta	Horas usadas por lote de producto	Horas usadas			Horas disponibles		
7		1	1	0	0	<=	4		
8		2	0	2	0	<=	12		
9		3	3	2	0	<=	18		
10			Puertas	Ventanas			Beneficio total		
11									
12		Lotes producidos					0		

FIGURA 2. OPTIMIZACIÓN DEL EJERCICIO DE WYNDOR GLASS EN SOLVER

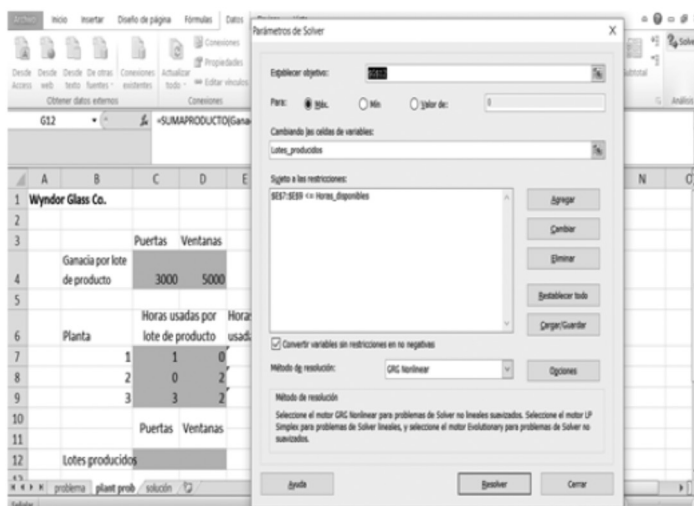


FIGURA 3. SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE WYNDOR GLASS EN EXCEL SOLVER

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Wyndor Glass Co.</b>								
2									
3			Puertas	Ventanas					
4		Ganacia por lote de producto	3000	5000					
5									
6		Planta	Horas usadas por lote de producto	Horas usadas			Horas disponibles		
7		1	1	0	2	<=	4		
8		2	0	2	12	<=	12		
9		3	3	2	18	<=	18		
10								Beneficio total	
11			Puertas	Ventanas					
12		Lotes producido	2	6				36000	

Con la aplicación de Excel Solver, se determinó la máxima ganancia para la empresa Wyndor Glass de 36,000 dólares, produciendo 2 lotes de ventanas y 6 lotes de puertas, utilizando 2 horas en la planta 1, 12 horas en la planta 2 y 18 horas de la planta 3. Los resultados de la optimización se compararon con los obtenidos de forma gráfica, algebraica y matricial, se analizaron los distintos resultados y el cumplimiento de las restricciones establecidas. La figura 4 muestra los mismos resultados resueltos con el software Lingo.

FIGURA 4. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA WYNDOR GLASS EN EL SOFTWARE LINGO

```

Lingo Model - Lingo1
MAX 3X1+5X2
ST
X1<4
2X2<12
3X1+2X2<18
X1>=0
X2>=0
END
    
```

Solution Report - Lingo1

Global optimal solution found.

Objective value:	36.00000	
Infeasibilities:	0.000000	
Total solver iterations:	1	
Elapsed runtime seconds:	0.03	

Model Class: LP

Total variables:	2
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0
Total constraints:	6
Nonlinear constraints:	0
Total nonzeros:	8
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	2.000000	0.000000
X2	6.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	36.00000	1.000000
2	2.000000	0.000000
3	0.000000	1.500000
4	0.000000	1.000000
5	2.000000	0.000000
6	6.000000	0.000000



Posteriormente, se identificaron problemas en las organizaciones con dos o más variables de decisión; para su solución se utilizaron las herramientas cognitivas a través de la incorporación del software Excel, su complemento Solver y el software Lindo. El programa Lindo se creó desde 1979, y a partir de 1983 la versión Lindo/PC se convirtió en el primer paquete de programación lineal, manejando 60 restricciones y 120 variables (Lindo, 2015a).

Hillier y Lieberman (2010: 126) señalaron que el avance tecnológico ha favorecido la programación lineal y “la aplicación del método simplex es un algoritmo muy adecuado para su ejecución en computadora”; destacaron que los problemas de programación lineal, con muchas variables de decisión, ocasionan errores en la toma de decisiones o en la formulación del modelo. Por ello, es importante que los alumnos adquieran las habilidades para la formulación del modelo y su captura en el software.

Los problemas de transporte, producción, distribución, planeación y de inventarios de las organizaciones que implicaron más de dos variables de decisión presentados sin solución en De los Reyes y Romero (1992: 99-117) fueron resueltos en Excel Solver y en Lindo; con ello, los alumnos apreciaron los distintos problemas que enfrentan las organizaciones, realizando la modelación del problema de programación lineal e identificando las soluciones óptimas en beneficio de las organizaciones.

Ahora se presenta el problema de producción planteado por De los Reyes y Romero (1992: 103):

La fábrica de pinturas Atlántico recibe un contrato para satisfacer las siguientes ventas trimestrales de pintura:

No. del trimestre	1	2	3	4
Litros de pintura (103)	90	160	490	360

La fábrica puede producir 360,000 l de pintura por trimestre, excepto en el trimestre número dos, en el cual, debido a las vacaciones, reduce su capacidad de producción a 250,000 l. El costo de producción de cada litro de pintura es de \$1.50 y se vende a \$2.00. La fábrica puede almacenar la pintura de un trimestre a otro a un costo de \$.20/l. Para cumplir el contrato, la compañía tiene la opción de comprar pintura de un competidor a \$2.00/l si es necesario.

La gerencia de la fábrica desea determinar un plan de producción y compra de pintura al competidor que satisfaga los requerimientos del contrato a costo mínimo.

La solución al problema de producción con el software Lingo se aprecia en las figuras 5a y 5b, resuelto con Excel Solver, en ambos se determinó que el costo mínimo para la empresa Atlántico fue de \$1,738 pesos, produciendo 190 litros de pintura el primer trimestre, 200 litros el segundo y 300 litros el tercer y el cuarto trimestres, comprando sólo 60 litros al competidor externo durante el cuarto trimestre y utilizando inventarios de 100 y 190 litros en los trimestres primero y segundo, respectivamente.

FIGURA 5A. SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE LINGO

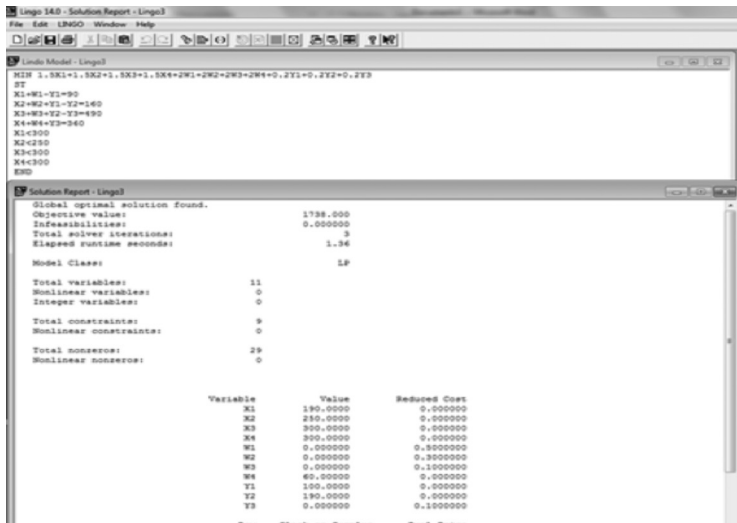
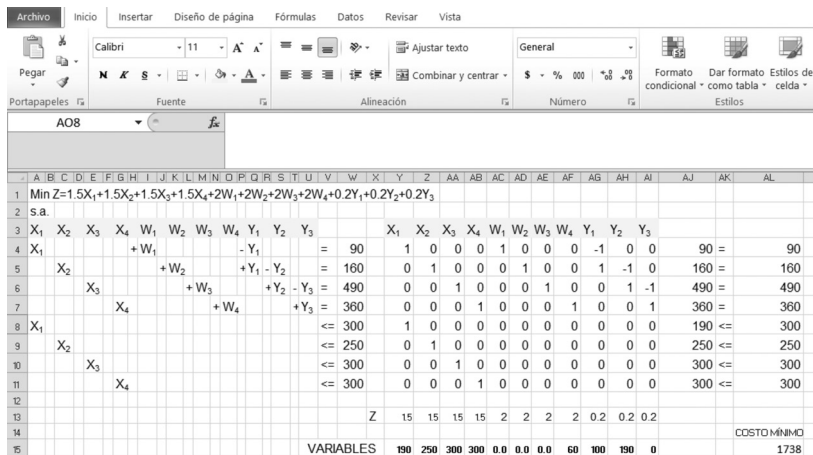


FIGURA 5B. SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL SOFTWARE EXCEL SOLVER



Después de la solución de problemas en las organizaciones, se procedió a las técnicas de revisión y evaluación de programas (PERT) y al método de ruta crítica (CPM). Los proyectos PERT se desarrollaron para manejar tiempos de actividad inciertos, en tanto que el CPM se creó para proyectos con tiempos de actividad conocidos (Anderson et al., 2011: 571-595). La identificación del tiempo de terminación de un proyecto requiere del análisis e identificación de la ruta crítica de la red.

La aplicación de los proyectos PERT y CPM se realizó con los problemas planteados en Anderson et al. (2011), una vez identificados los procesos de redes e identificando la ruta crítica de los proyectos, se realizaron cálculos de probabilidad de terminación del proyecto en el tiempo esperado y, posteriormente, se procedió al diseño del modelos de compresión de tiempo con programación lineal, así como la correspondiente solución en Lindo o Lingo para optimizar el proyecto, identificando las actividades del proyecto que permitan terminar al menor tiempo y costo.

Finalmente, en la evaluación del curso, se otorgó 30 por ciento a las actividades realizadas en los programas mencionados (dentro y fuera del aula); 30 por ciento correspondió a la elaboración de un trabajo final, en el que los estudiantes resolvieron problemas de las empresas, presentaron el trabajo en el procesador de palabras Word, incluyendo figuras de la realización de los trabajos en Excel, Lindo o Lingo, mediante el análisis de las soluciones óptimas de cada problema presentado. Se realizaron dos exámenes escritos con un porcentaje de 20 por ciento cada uno, en el que se examinaron los conocimientos teóricos, la solución de problemas con dos variables de decisión, la identificación de rutas críticas en los proyectos PERT/CPM, así como la formulación del modelo de optimización del problema presentado.

## Resultados

La introducción de herramientas de software en el curso de la UEA Gestión de Operaciones permitió que los alumnos identificaran los problemas a los que se enfrentan las organizaciones y los modelaran en programación lineal, analizando los resultados y presentando una propuesta óptima en beneficio de las organizaciones.

Con la aplicación de proyectos PERT/CPM, los alumnos adquirieron habilidades para el manejo de los tiempos de las actividades ciertos o inciertos, así como la identificación de actividades críticas y de holgura, en las que cualquier variación incide directamente en el proyecto, o en las que se realizan ajustes sin afectarlo.

Otra de las habilidades adquiridas por los alumnos fue el manejo de los tiempos de proyecto, calculando la probabilidad de terminarlo en los tiempos programados y utilizar modelos de compresión en programación lineal para reducir tiempos de actividades específicas y terminar el proyecto en tiempos determinados o adelantados a un menor costo.

Las habilidades adquiridas por los alumnos les permitirá participar activamente en las demandas de las organizaciones y proponer soluciones óptimas en beneficio de aquéllas, propiciando la incorporación de las TIC en las empresas e ir incrementando su uso en las organizaciones, favoreciendo la tardía incorporación de las TIC en las MIPyME y mejorar la competitividad en el mercado global.

Finalmente, 78 por ciento del grupo aprobó el curso, en tanto que el 22 por ciento restante no obtuvo calificación aprobatoria; cabe destacar que los alumnos que no aprobaron el curso fueron los que presentaron un alto ausentismo, no participaron en las actividades de clase y tampoco entregaron el trabajo final.

## Conclusiones

La introducción de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje en las IES se ha enfrentado a un proceso de ajuste por parte de los académicos y la mayor resistencia de los alumnos a asistir a clases en las que el protagonista es el profesor.

Por otra parte, la participación competitiva en el mercado global requiere de la actualización de los procesos de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo las habilidades del alumno para un posterior desempeño profesional con eficiencia y eficacia.

La introducción de herramientas de software en el curso de la UEA Gestión de Operaciones se realizó con la intención de favorecer las habilidades del alumno y permitió que lograran dar soluciones óptimas a distintos problemas presentados en las organizaciones, además de proponer las acciones favorables a la empresa, propiciando un aprendizaje significativo; asimismo se consideraron las necesidades de las organizaciones privadas para ser más competitivas en un contexto global.

Se concluye que las herramientas cognitivas aplicadas en la UEA Gestión de Operaciones durante los trimestres 15-I y 15-P fortalecieron el objetivo general del programa de estudios, aplicando métodos de enseñanza con en-

foques prácticos y equilibrando las actividades teórico-prácticas, lo que probablemente redundará en la formación de profesionales más competitivos.

## Fuentes

Anderson, D. et al. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios*, 11ª ed. México: Cengage Learning.

Comité de Ciencias Sociales y Administrativas (CCSA) (2012). *Informe de evaluación. Licenciatura en Administración. División de Ciencias Sociales y Humanidades. Unidad Cuajimalpa. Universidad Autónoma Metropolitana*. México: Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), mayo.

Comité de Ciencias Sociales y Administrativas (CCSA) (2001). *Criterios para evaluar programas académicos de licenciatura y posgrado*. México: CIEES, julio.

Hillier, F. y G. Lieberman (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*, 9ª ed. México: McGraw Hill.

Jacovkis, P. (2011). "Las TIC en América Latina: historia e impacto social", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (Buenos Aires: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior), vol. 6, núm. 18 (agosto).

Lindo (2015a). "Investigación operativa Lindo", en <<http://operativa.tripod.com/lindo/lindo.html>>, consultada el 23 de mayo de 2015.

Lindo (2015b). "Lindo Systems", en <[http://www.lindo.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=34&Itemid=15](http://www.lindo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=15)>, consultada el 27 de febrero de 2015.

Lingo (2015). "Documentation. Optimization Modeling with Lingo by Linus Schrage. Lindo Systems Inc.", en <[http://www.lindo.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=38&Itemid=24](http://www.lindo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=24)>, consultada el 27 de febrero de 2015.

Peña, E. (2013). "Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018". México: Presidencia de la República.

- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnología: guía práctica*, México: Pearson.
- Prensky, M. (2001). "Digital Natives, Digital Immigrants", *The Horizont* (Bradford: Bradford University Press), vol. 9, núm. 5 (octubre), en <<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>.
- Reyes, M. de los y J. Romero (1992). *Investigación de operaciones*, 1ª y 2ª parte, 4ª ed. México: UAM Azcapotzalco.
- Salinas, J. (2004). "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria", *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, núm. 1 (septiembre-noviembre).

# El uso de visualizadores moleculares en la enseñanza de la bioquímica en la UAM Cuajimalpa

Edgar Vázquez Contreras\*

## Introducción

La bioquímica, a veces llamada química biológica, es el estudio de los procesos químicos relativos a los organismos vivos. En otras palabras, es la explicación química de los procesos de la vida. Desde este punto de vista, los procesos que se llevan a cabo en los seres vivos están relacionados con el uso adecuado de la energía a través de múltiples señales,<sup>1</sup> esto quiere decir que los seres vivos son conjuntos de información organizada, a través de la señalización bioquímica y del flujo de energía química por medio del metabolismo.<sup>2</sup> En las últimas décadas, la bioquímica ha sido tan exitosa para explicar los procesos involucrados con la vida, que hoy en día casi todas las áreas de las ciencias de la vida (desde la botánica hasta la medicina) involucran a la investigación bioquímica como una de sus prácticas actuales.

Para llegar a la comprensión de cómo funcionan los organismos completos, los humanos usamos la bioquímica para tratar de entender cómo la organización molecular da lugar a los procesos que ocurren en las células para mantenerlas vivas. Esta ciencia está estrechamente relacionada con otra área de vanguardia denominada Biología Molecular (BM), que se dedica al estudio de los mecanismos moleculares, gracias a los cuales la información genética codificada en el material genético (ADN) es capaz de producir vida. Dependiendo de cómo se definan estos términos, la BM se consideraría una

---

\* Profesor-investigador, adscrito al Departamento de Ciencias Naturales, UAM Cuajimalpa. C.e.: <evazquez@correo.cua.uam.mx>.

<sup>1</sup> Estas señales pueden ser químicas (como un aroma o una hormona), físicas (como la presión o la humedad) o biológicas (ritos, cortejos, etcétera).

<sup>2</sup> Metabolismo (del griego: metabole, μεταβολή, "cambio"): es el conjunto de transformaciones químicas que mantienen la vida dentro de las células de los organismos vivos.

rama de la bioquímica, o bien ésta es una herramienta para investigar y estudiar a la BM.<sup>3</sup>

La mayoría de los intereses bioquímicos giran alrededor de las estructuras, las funciones y las interacciones entre las macromoléculas biológicas (que son las proteínas, los ácidos nucleicos, los carbohidratos y los lípidos), y que en conjunto constituyen las propiedades estructura-función que las células necesitan para vivir.<sup>4</sup> Aunque muchos de los estudios bioquímicos son de naturaleza básica, es decir, pretenden conocer los principios y las causas de los fenómenos analizados, los resultados obtenidos a partir de las investigaciones bioquímicas, se aplican principalmente en la medicina, la nutrición y la agricultura.

En la medicina, los bioquímicos investigan las causas y curas de las enfermedades. En la nutrición, se abocan al análisis de la forma de mantener tanto la salud, como los efectos de las deficiencias nutricionales. En la agricultura, los bioquímicos investigan los suelos y los fertilizantes, y tratan de descubrir formas de mejorar los cultivos, su almacenamiento y el control de plagas.

## Antecedentes

En la UAM Cuajimalpa se imparte la carrera de BM. Dentro del perfil del egresado de esta licenciatura, se busca promover conocimientos, habilidades y competencias relacionados con situaciones básicas de los sistemas biológicos, desde el punto de vista bioquímico. Este plan de estudios contiene varias UEA<sup>5</sup> relacionadas directamente con la bioquímica, aunque desde el punto de vista más general y, de acuerdo a lo discutido en el apartado previo, un biólogo molecular es un tipo especializado de bioquímico. Estas UEA son Bioquímica I, en la que se tratan temas relacionados con la estructura y función de las biomoléculas (proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos); Bioquímica II, en donde se revisa el metabolismo (conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en una célula y en el organismo); Laboratorio de Bioquímica, en el que se imparten Técnicas Bioquímicas (protocolos experimentales que permiten el aislamiento y caracterización de las biomoléculas) y Temas selectos en Bioquímica,

<sup>3</sup> Para este autor, todos los procesos biológicos tienen su origen en la organización molecular, por lo que la biología en sí es molecular; esta ambigüedad tiene su razón en factores históricos que, por su naturaleza, no ha sido posible corregir.

<sup>4</sup> La química de la célula depende también de la participación de agua y otras moléculas más pequeñas.

<sup>5</sup> Unidad de enseñanza-aprendizaje, que en otros ámbitos se conoce como materia o clase.



Farmacología y Fisiología, asignaturas en las que se estudian y analizan las interacciones y efectos de moléculas activas sobre el metabolismo (por ejemplo, los fármacos y las drogas).

## Objetivo

Dado que los conceptos que deben manejar los alumnos de la licenciatura en BM, en muchos casos son totalmente abstractos, al final de la revisión de este texto, el profesor y el alumno, mediante las TIC aquí descritas, enseñará y aprenderán, respectivamente, temas de bioquímica de complejidad molecular, tanto en el aula, como a distancia. Esto generará profesionistas competitivos, poseedores de conocimientos, habilidades y competencias de vanguardia.

## Descripción del caso

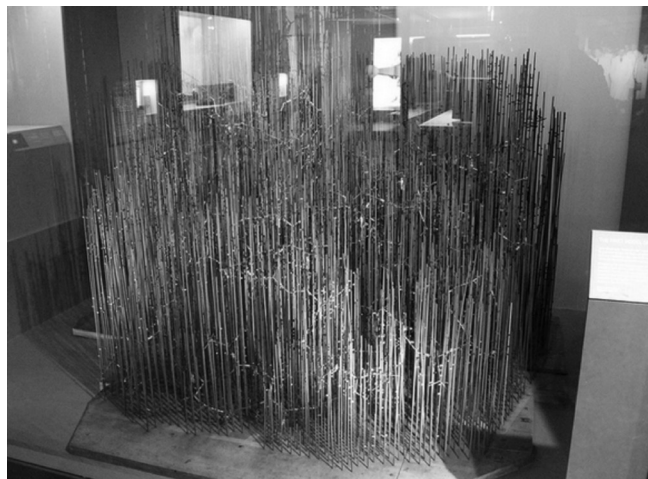
La complejidad de los sistemas biológicos a nivel molecular propicia que la comprensión de aquéllos por parte de los estudiantes no sea sencilla, pues la mayoría son de carácter abstracto y el profesor no tiene a la mano en realidad átomos, moléculas o células para emprender la enseñanza de estos conceptos, de ahí que deba emprender el uso de modelos para facilitar la comprensión entre los alumnos. Aunque existe una gran cantidad de ejemplos con los que se trabaja en este sentido, lo concerniente a este trabajo está relacionado con las moléculas.

## Historia de los visualizadores moleculares

### *Modelos de alambre*

Cuando Kendrew (1958) y colaboradores determinaron la primera estructura cristalográfica (por medio de rayos X) de una macromolécula (la proteína mioglobina), construyeron un modelo de latón en una escala de 5 cm/Ångstrom (figura 1). El modelo se construyó y apoyó en 2,500 varillas verticales que ocupan un cubo de dos metros por cada lado. Unieron clips de colores a las barras para indicar la densidad de los electrones y guiar la construcción del modelo. Varias situaciones complican el estudio de la proteína con este modelo: la inmensa cantidad de varillas obstruye la vista del modelo y su gran tamaño lo vuelve engorroso e impráctico.

FIGURA 1. MODELO DE ALAMBRES DE LA MIOGLOBINA



FUENTE: foto tomada en "Churchill's Scientists Exhibition", en el Science Museum de Londres.

## La caja de Richards

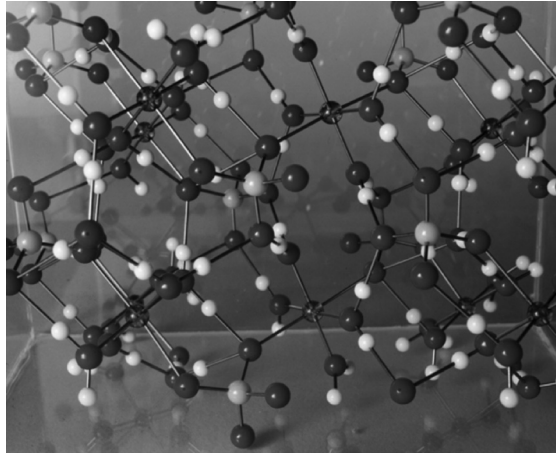
También conocida como "aka Fred's Folly" ("la locura de Fred"). A finales de los sesenta, mientras trabajaba en la resolución de la estructura tridimensional de la ribonucleasa, Fred Richards (1968) introdujo un comparador óptico que facilitó la construcción de un modelo de bronce al estilo Kendrew (figura 1). Las densidades de electrones resultantes de soluciones cristalográficas se imprimieron por computadora en papel, y las curvas de nivel de la densidad se imprimieron en placas transparentes (90x90 cm).

Las placas se montaban verticalmente, equidistantes, creando un mapa tridimensional de la densidad electrónica en rodajas. Espejos especiales estaban dispuestos para superponer el mapa de densidad de electrones en el modelo de latón. Como en esa época ya se resolvían moléculas de mayor tamaño, la escala se redujo a 2.5 cm/Ångstrom, y luego a 1.0 cm/ Ångstrom.

### *Modelos físicos "bolas y alambres"*

Después de que Kendrew et al. resolvieron la estructura de la mioglobina, construyeron un modelo físico de "bolas y alambres" (figura 2). Estos modelos los comercializó la empresa "Beevers Miniature Models" (actualmente Beevers Models), y 29 modelos fueron vendidos a investigadores de todo el mundo en los años sesenta.

**FIGURA 2. MODELO DE "BOLAS Y ALAMBRES".** LAS ESFERAS REPRESENTAN A LOS DIFERENTES TIPOS DE ÁTOMOS; LOS ALAMBRES, A LOS ENLACES ENTRE ÁTOMOS

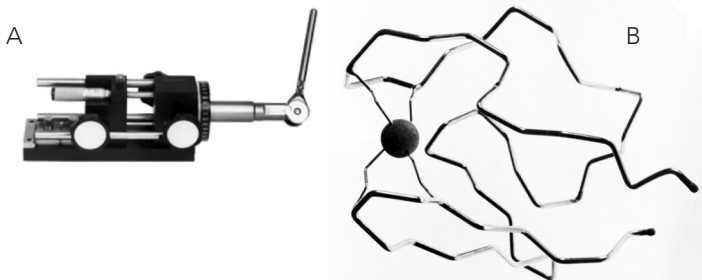


FUENTE: foto del autor, tomada en el Museo del Desierto, en Saltillo, Coahuila, México.

## Doblador de Byron

Byron Rubin (1972), quien trabajaba como cristalógrafo con Jane Richardson en los setenta, inventó una máquina para doblar el alambre y así seguir el rastro del esqueleto polipeptídico de las proteínas. Como ya se explicó, los modelos de Kendrew eran grandes y engorrosos, por lo que los modelos pequeños ( $4\text{mm}/\text{Å}$ ) obtenidos con el doblador de Byron eran los más manipulables y portátiles disponibles en su momento (figuras 3a y 3b).

**FIGURAS 3A. DOBLADOR DE ALAMBRE PARA MODELAR PROTEÍNAS (SUPPER PROTEIN WIRE MODEL BENDER, SPWMB) Y 3B. MODELO DE RUBREDOXINA OBTENIDO CON EL SPWMB: EL ÁTOMO DE HIERRO Y SUS CUATRO LIGANDOS DE CISTEÍNA. EL MODELO SE DOBLÓ CON BARRA DE ACERO Y NÍQUEL PLATEADO DE  $1/8''$ . TIENE CASI CINCO PULGADAS DE ALTURA Y UNA ESCALA DE  $4\text{ mm}/\text{Å}$**



FUENTE: Charles (s.a.).

Un ejemplo que ilustra la importancia de estos modelos se produjo en una reunión científica a mediados de los setenta. En ese entonces, menos de dos docenas de estructuras de proteínas se habían resuelto. David Davies llevó a esa reunión un modelo de Byron de un fragmento Fab de una inmunoglobulina; por otra parte, David Richardson (1992) llevó su modelo de la superóxido dismutasa. Al comparar estos modelos físicos, se percataron de que ambas proteínas utilizan un plegamiento similar, a pesar de tener sólo el 9 por ciento de identidad en la secuencia de sus aminoácidos.

Ésa fue la primera vez que se reconoció la existencia de lo que hoy se conoce como el dominio de la superfamilia de las inmunoglobulinas (Richardson, 1976). El doblador de Byron quedó obsoleto en los años noventa. Tim Herman del Colegio Médico de Wisconsin fue uno de sus últimos usuarios. La idea de Byron se ha manejado análogamente, utilizando simplemente limpia pipas para obtener la estructura tridimensional de las macromoléculas (figura 4).

**FIGURA 4. ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL DE LAS MACROMOLÉCULAS, (CON LIMPIAPIPAS) ANÁLOGAMENTE AL MODELO DE ALAMBRES DE KENDREW**



FUENTE: foto del autor, tomada en una de sus clases sobre estructura de proteínas.

## Representaciones computacionales

En 1964, Cyrus Levinthal y sus colegas del Massachusetts Institute of Technology (MIT) desarrollaron un sistema que muestra, en un osciloscopio, representaciones "wireframe" de estructuras macromoleculares rotando. A partir de este encuentro entre la tecnología informática de vanguardia y la BM, surgieron los elementos cruciales para el desarrollo de un campo de investigación de la tecnología, conocido hoy como "gráficos moleculares interactivos" (Francoeur, 2002).

En 1965, Carroll K. Johnson, del Laboratorio Nacional de Oak Ridge, liberó el Oak Ridge Thermal-Ellipsoid Plot Program (ORTEP), un programa para elaborar dibujos estereoscópicos de estructuras moleculares y cristalinas (Burnett, 2000). A mediados de los setenta, David y Jane Richardson y colegas (Beem, 1977) estudiaron a la superóxido dismutasa, que fue la primera estructura proteínica que se resolvió cristalográficamente y se visualizó en su totalidad por medio de computadoras (sin la construcción del modelo físico de Kendrew).

En la Universidad de Carolina del Norte utilizaron un sistema informático de densidad ajustada llamado GRIP (Tainer, 1982). A finales de la década de los setenta, cada vez más cristalógrafos trabajaron con la construcción por computadora de modelos de cristales proteínicos ("cajas electrónicas de Richards") en lugar de los modelos físicos estilo Kendrew. Una de las grandes ventajas de esto era que la computadora almacenaba un registro de las coordenadas atómicas, a diferencia de la medición manual átomo por átomo que se realizaba con los modelos de Kendrew. En 1977, se publicó el Atlas de estructura macromolecular en alambre (Feldmann, 1976).

También al final de los setenta, Thomas K. Porter (de la División de Investigación y Tecnología de Computadoras, DCRT, del NIH) desarrolló algoritmos informáticos para representaciones de espacio relleno (*spacefill*). Estos acontecimientos revolucionaron la visualización de macromoléculas, pero estaban disponibles para un número muy limitado de especialistas con acceso a las más potentes computadoras de la época. La DCRT concluyó que era muy costoso publicar un atlas con imágenes *spacefill* a color generadas por computadora. Resolvieron el problema cuando utilizaron un visor de cartón para diapositivas estéreo, en las que podían acomodar un par de diapositivas de 35 mm en montajes de 2x2 pulgadas. Este visor plegable y de bolsillo fue denominado "Ayuda para la enseñanza de estructuras macromoleculares" (Teaching Aids for Macromolecular Structure, TAMS) (Feldmann, 1980). Con el cual se podían realizar proyecciones estéreo, mediante el uso de dos proyectores de diapositivas convencionales con filtros polarizadores y cada espectador utilizaba gafas polarizadas. El paquete para el profesor incluía 116 pares estéreo de diapositivas en color que ilustraban secciones sobre el enlace peptídico, la hélice alfa, la estructura beta, las estructuras terciaria y cuaternaria, los grupos prostéticos y los sitios activos, más tarde hubo un equipo para alumnos.

En ese entonces, se puso en marcha el código de colores para diferenciar zonas hidrofóbicas (negro), cargas positivas (azul), negativas (rojo), electro-negativas (rosa) y electropositivas (azul claro) (Feldmann, 1978). Durante los años ochenta, el sistema informático más popular para los cristalógrafos fue

fabricado por Evans and Sutherland. Estos equipos que costaban alrededor de 250,000 dólares en 1985, mostraban el mapa de densidad de electrones, y permitieron incorporar manualmente la secuencia de aminoácidos en el mapa. La pantalla en color mostraba una representación de alambre de la cadena de aminoácidos y podía ser girada en tiempo real. Estos sistemas utilizan gráficos vectoriales escalables. La rotación rápida se llevaba a cabo con tres multiplicadores de matriz de hardware (uno para cada dimensión, X, Y y Z). El paquete de software más utilizado en estos equipos era FRODO (ahora evolucionado para Turbo-FRODO), que fue desarrollado originalmente por T. Alwyn Jones (1978), quien, junto con Ian Tickle, lo instaló primero en las computadoras Evans and Sutherland y más tarde muchas otras. Más adelante, un equipo dirigido por Jones produjo el programa O, que se hizo popular entre los cristalógrafos en la década de los noventa (Jones, 1991).

Durante los años ochenta, David y Jane Richardson fueron los pioneros en las representaciones gráficas por computadora para las estructuras moleculares, utilizaban una serie de programas desarrollados en la Universidad de Duke. En 1992, los Richardson desarrollaron el *kinemage* (de *imagen cinética*) y sus programas de apoyo Mage y Prekin (Richardson, 1992). En virtud de que su aplicación era en computadoras Macintosh, fue el primer programa de visualización molecular que reunió a un gran número de científicos, educadores y estudiantes. Los programas se describen en el artículo principal del primer número de la revista *Protein Science* a principios de 1992, en la que, además, se proporcionó el programa en un disquete. Este artículo también incluye instrucciones para utilizar el Prekin, un programa que, junto con Mage, permite la creación de nuevos *kinemages*. En los siguientes cinco años, más de mil *kinemages* acompañaron a artículos en *Protein Science*, en una gran parte de ellos participó Jane Richardson. Por primera vez, el uso de estos programas hizo al espectador participante en la selección, el énfasis y el punto de vista de la estructura analizada; en versiones posteriores se incluyeron más posibilidades de visualización, como el sombreado y las superficies reflectantes.

Cuando Roger A. Sayle (1995) era estudiante de pregrado de informática en el Imperial College en 1989, se interesó en el problema de la percepción de la profundidad de las representaciones informáticas de objetos sólidos. Su meta era escribir un programa de sombreado (algoritmo de trazado de rayos), lo suficientemente rápido como para permitir la rotación de la imagen. Se las ingenió para escribir el segundo programa más veloz de sombreado de esferas en el mundo. Sin embargo, en esta etapa fue poco relevante, pues para usarlo se requería de una computadora especializada con procesadores en paralelo.

En 1990, Sayle entró en la escuela de posgrado en Ciencias de la Computación en la Universidad de Edimburgo, donde continuó desarrollando su programa, bajo la tutoría del cristalógrafo Andrew Coulson, ahí realizó mejoras en la velocidad del algoritmo, lo que le permitió implementarlo en computadoras con un solo procesador, como Unix, y más tarde en Windows y Macintosh. Sayle desarrolló su programa de visualización molecular en un sistema mucho más completo y, hacia 1993, ya se estaba utilizando en la enseñanza y para las imágenes en las publicaciones de investigación. Sayle donó el programa a la comunidad científica mundial de forma gratuita cuando recibió su doctorado en junio de 1993.

En enero de 1994, Sayle fue empleado por Glaxo Wellcome, que apoyó el desarrollo del programa RasMol (Martz, 1996). El nombre de RasMol deriva de "Raster" (la matriz de píxeles en una pantalla de computadora) y "Molecules". Sayle señala que el hecho de que las iniciales de su nombre sean RAS es mera coincidencia. Que Sayle haya liberado el código fuente para RasMol en lenguaje C permitió a otros interesados en el campo adaptar el programa a varios tipos de computadoras, lo que automáticamente llevó a la generación de programas derivados, que incluyen al MDL Chemscape Chime y al WebLab Molecular Simulations (cuadro 1).

Bryan van Vliet y Tim Maffett del MDL Information Systems Inc. encabezaron el desarrollo de Chime (de "CHEmical" y mIME, Multipurpose Internet Mail Extensions, que en español significa "extensiones multipropósito de correo de Internet"), un visualizador en forma de un plug-in del Netscape Navigator. Chime utiliza una adaptación de la prestación y lenguaje de comandos de RasMol. Alrededor de 16,000 líneas del código fuente de Sayle se convirtieron a C++, para construir el Chime. A esto, MDL sumó más de ochenta mil líneas de código originales para crear la versión 1.0 en 1997. La combinación Navigator + Chime ofrecía muchas ventajas sobre RasMol para las presentaciones educativas de estructuras químicas.

A principios de 1997, varios autores habían desarrollado presentaciones basadas en Chime y casi treinta moléculas estaban a disposición en la web. Posteriormente, las interfaces Chime se desarrollaron para poder cargar cualquier molécula y aplicarle rutinas especializadas, o proporcionar una línea de comandos tipo RasMol.

## Metodología

Una vez que se han impartido los conceptos básicos para conocer los diferentes niveles de estructura de las proteínas, es un buen momento para orientar

a los alumnos en la historia (véase Antecedentes) y el uso de las bases de datos y los visualizadores moleculares. A pesar de que existe una abundante gama de bases de datos con información proteínica, en las que se describe su estructura, función, capacidades enzimáticas, conexiones metabólicas, evolución, relación genética, etc. En cuanto a la información que se discute en este capítulo, se utiliza la base de datos denominada Protein Data Bank (PDB; en español: Banco de Datos de las Proteínas) (Bernstein, 1977). Este recurso es alimentado por el archivo de información del Protein Data Bank (Bernstein, 1977) acerca de las formas 3D de las proteínas, los ácidos nucleicos y los complejos ensamblajes que se producen entre sí para ayudar a los alumnos, profesores e investigadores a comprender todos los aspectos de la biomedicina y la agricultura, de la síntesis de proteínas, la salud y la enfermedad, entre otras. La Research Collaboratory for Structural Bioinformatics (RCSB, en español: investigación colaborativa de bioinformática estructural) del PDB utiliza los datos para la creación de herramientas y recursos para la investigación y la educación en BM, biología estructural, biología computacional y más allá.

En cuanto a los visualizadores moleculares, lo que en realidad se hace como parte de las UEA en cuestión, es dar un panorama de cómo funcionan y un listado (cuadro 1), para que los alumnos exploren las posibilidades y utilidades de cada uno de los programas, con esta información, ellos estarán capacitados para seleccionar un visualizador utilizable para lograr los objetivos del ejercicio que deben resolver, que consta, en primer lugar, de la generación de una infografía sobre una proteína; en general, una enzima que tenga importancia nutricional, biotecnológica o médica; en ese trabajo deben incluir el modelo tridimensional de la proteína en cuestión y señalar los diferentes niveles estructurales, así como el porqué seleccionaron el visualizador que usaron.

**CUADRO 1. EJEMPLOS MÁS DESTACADOS DE VISUALIZADORES MOLECULARES ACTUALES ( SUS CAPACIDADES COMO PROGRAMAS Y SITIO WEB CORRESPONDIENTE)**

<i>Visualizador</i>	<i>Descripción/característica</i>	<i>Sitio web</i>
<i>BioBlender</i>	Visor de código abierto que incluye funciones para morphing* proteínas y la visualización de los potenciales lipofílicos y electrostáticos.	< <a href="http://www.bioblender.eu/">http://www.bioblender.eu/</a> >
<i>BRAGI</i>	Un programa de visualización y modelado de proteínas.	< <a href="http://bragi2.helmholtz-hzi.de/">http://bragi2.helmholtz-hzi.de/</a> >
<i>CCP4mg</i>	Crear imágenes y películas hermosas con calidad de publicación. Los usuarios pueden también superponer y analizar estructuras. El programa se ejecuta "fuera de la caja" en Linux, Mac OSX y Windows.	< <a href="http://www.ccp4.ac.uk/MG/">http://www.ccp4.ac.uk/MG/</a> >



Visualizador	Descripción/característica	Sitio web
<i>Chimera</i>	Sistema de modelado molecular interactivo, uso académico sin fines de lucro; muestra múltiples alineamientos de secuencias y estructuras asociadas, tipo átomo e identificación de puentes de H, dinámicas de trayectorias moleculares (formato ámbar), y ofrece la interfaz de detección de ligando (MUE-LLE), filtra por número/posición de puentes de H, y extensibilidad para crear módulos personalizada - para Windows, Linux, Mac OS X, IRIX, y Tru64 Unix.	< <a href="http://www.cgl.ucsf.edu/chimera/">http://www.cgl.ucsf.edu/chimera/</a> >
<i>Cn3D</i>	Muestra simultáneamente estructura, secuencia y alineación, con funciones de anotación y edición de alineación, para su uso con estructuras en 3-D de entradas del NCBI; disponible para Windows, Macintosh y Unix.	< <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/CN3D/cn3d.shtml">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/CN3D/cn3d.shtml</a> >
<i>Crystal Maker</i>	Un programa para la construcción, la visualización y manipulación de todo tipo de cristales y estructuras moleculares.	< <a href="http://www.crystallmaker.com/crystallmaker/">http://www.crystallmaker.com/crystallmaker/</a> >
<i>ePMV (Embedded Python Molecular Viewer)</i>	es un plug-in de código abierto que ejecuta el software de modelado molecular directamente dentro de las aplicaciones de animación 3D profesionales.	< <a href="http://epmv.scripps.edu/">http://epmv.scripps.edu/</a> >
<i>iMol</i>	Programa abierto de gráficos GL muestra moléculas pequeñas, grandes y múltiples; Medidas de distancias y ángulos, superpone estructuras, calcula RMSD entre las coordenadas atómicas, alinea estructuralmente las cadenas, y muestra la dinámica de las trayectorias. Para Mac OS X incl. 10.2.	< <a href="http://www.pirx.com/iMol/index.shtml">http://www.pirx.com/iMol/index.shtml</a> >
<i>Jmol</i>	Es un visor de moléculas de código abierto libre para estudiantes, educadores e investigadores en química y bioquímica. Es multiplataforma, que se ejecuta en Windows, Mac OS X y sistemas Linux / Unix.	< <a href="http://jmol.sourceforge.net/">http://jmol.sourceforge.net/</a> >
<i>Mage and Kinemages</i>	Visualización molecular interactiva para la investigación y los usos educativos. Fuente abierta libre para Windows y Mac (OSX o PPC), Unix y Linux. Una versión de Java hace visualización Web 3-D sin plug-ins.	<a href="http://kinemage.biochem.duke.edu/">http://kinemage.biochem.duke.edu/</a>
<i>Marvin</i>	Marvin es un conjunto de herramientas para el dibujo, la visualización y la caracterización de estructuras químicas, macromoléculas y reacciones para todos los sistemas operativos, páginas web y aplicaciones personalizadas.	<a href="http://www.chemaxon.com/">http://www.chemaxon.com/</a>

<i>Visualizador</i>	<i>Descripción/característica</i>	<i>Sitio web</i>
<i>Membrane Editor</i>	Genera interactivamente membranas heterogéneas con diferentes composiciones de lípidos y la colocación de proteínas semiautomática. Soporta parches de membrana y vesículas, microdominios, así como de apilamiento de membranas monocapa o bicapa.	< <a href="http://www.cellmicrocosmos.org/index.php/cm2-project">http://www.cellmicrocosmos.org/index.php/cm2-project</a> >
<i>Molecule World</i>	Molecule World 2.1 es una aplicación para iPad para la visualización y manipulación de productos químicos y las estructuras moleculares en 3D. Las estructuras pueden ser descargadas y visualizadas desde el PubChem, PDB y NCBI, junto con las secuencias de proteínas y ácidos nucleicos. Las estructuras se pueden extraer como tubos, bolas y palos, o modos de espacio de relleno. Incluye opciones para colorear residuos, carga, hidrofobicidad, arcoiris y molécula. Las partes de estructuras se pueden ocultar o mostrar con modos de dibujo para colorear y mixtos.	< <a href="http://molecule-world.com/dwb/products/molecule-world">http://molecule-world.com/dwb/products/molecule-world</a> >
<i>Molecule World for iPhone</i>	Molecule World para iPhone se puede utilizar en el iPhone o iPod touch para visualizar y manipular las estructuras moleculares de las bases de datos PubChem, PDB o NCBI. Se incluyen opciones de dibujo bola y palo, relleno de espacio, y los modos de bolas y palos. Opciones para colorear incluyen arcoiris, residuos, carga, hidrofobicidad y la molécula. Las proteínas, ácidos nucleicos y heterogéneos se pueden visualizar en diferentes modos.	< <a href="http://molecule-world.com/dwb/molecule-world-iphone-apple-watch">http://molecule-world.com/dwb/molecule-world-iphone-apple-watch</a> >
<i>Molecule World DNA Binding Lab</i>	Una aplicación para iPad para explorar las formas en que los productos químicos y las proteínas se unen al ADN lista para el aula. El DNA Binding Lab utiliza las características del motor de Molecule World para resaltar diferentes moléculas y entender cómo interactúan. Incluye instrucciones, tres ejemplos, y 40 preguntas que se asignan a los estudiantes. Es capaz de compartir fotos lo que permite a los estudiantes compartir su trabajo con los maestros para ayudar a la evaluación.	< <a href="http://digitalworldbiology.com/dwb/DNA-binding-lab">http://digitalworldbiology.com/dwb/DNA-binding-lab</a> >
<i>Molecules</i>	Una aplicación para iPhone para observar las estructuras del PDB.	< <a href="http://www.sunsetlakesoftware.com/molecules">http://www.sunsetlakesoftware.com/molecules</a> >
<i>MolScript</i>	Un programa para la visualización de las estructuras en formatos detallados y esquemáticos y escribir imágenes en diversos formatos para Unix	< <a href="http://www.avatar.se/mol-script/">http://www.avatar.se/mol-script/</a> >

<i>Visualizador</i>	<i>Descripción/característica</i>	<i>Sitio web</i>
<i>MolviZ.org</i>	tutoriales interactivos de visualización.	< <a href="http://www.umass.edu/microbio/chime/">http://www.umass.edu/microbio/chime/</a> >
<i>MVM</i>	Programa de Visualización Molecular y GUI de ZMM. mvm es un visor molecular libre que se puede utilizar para visualizar proteínas, ácidos nucleicos, oligosacáridos, moléculas pequeñas y macromoléculas. Cuenta con una interfaz intuitiva. Además de ser un visor molecular, es la interfaz de usuario de un motor muy potente de mecánica molecular (ZMM).	< <a href="http://www.zmmsoft.com/">http://www.zmmsoft.com/</a> >
<i>Python Molecular Viewer (PMV)</i>	Un entorno interactivo de visualización y modelado molecular para la manipulación y visualización de múltiples moléculas.	< <a href="http://mgltools.scripps.edu/">http://mgltools.scripps.edu/</a> >
<i>Pocket Mol</i>	Programa para ver y manipular archivos PDB en una Pocket PC.	< <a href="http://birg.cs.wright.edu/pocketmol/pocketmol.html">http://birg.cs.wright.edu/pocketmol/pocketmol.html</a> >
<i>Polyview-2D</i> <i>Polyview-3D</i> <i>Polyview-MM</i>	Estructura y edición de la proteína utilizando perfiles de secuencia. Edición y visualización versátil de alta calidad de las estructuras macromoleculares. Análisis y visualización de movimientos macromoleculares.	< <a href="http://polyview.cchmc.org/">http://polyview.cchmc.org/</a> > < <a href="http://polyview.cchmc.org/polyview3d.html">http://polyview.cchmc.org/polyview3d.html</a> > < <a href="http://polyview.cchmc.org/conform.html">http://polyview.cchmc.org/conform.html</a> >
<i>Protein Scope</i>	Visor gratuito para visualizar y manipular archivos PDB y crear animaciones y diapositivas de proteínas para Windows. Pedidos en línea de copias de proteínas en 3D en varios esquemas de color.	< <a href="http://www.proteinscope.com/">http://www.proteinscope.com/</a> >
<i>PyMOL</i>	Un sistema de gráficos moleculares libre y de código abierto para la visualización, animación, edición, y la imagería con calidad publicación. PyMOL trabaja con scripts y se puede ampliar utilizando el lenguaje Python. Compatible con Windows, Mac OSX, Unix y Linux.	< <a href="http://www.pymol.org/">http://www.pymol.org/</a> >
<i>QuteMol</i>	Un programa de código abierto (GPL), sistema de visualización molecular interactivo, de alta calidad. QuteMol explota las capacidades actuales de GPU a través de los shaders de Open GL que ofrece una variedad de efectos visuales innovadores.	< <a href="http://qutemol.sourceforge.net/">http://qutemol.sourceforge.net/</a> >
<i>RasMol</i>	Un sistema de visión libre para coordenadas del PDB el archivo se ejecuta en Mac (PPC), Windows, Unix y Linux. Versiones de código abierto también están disponibles.	< <a href="http://www.berstein-plus-sons.com/software/rasmol/">http://www.berstein-plus-sons.com/software/rasmol/</a> >

<i>Visualizador</i>	<i>Descripción/característica</i>	<i>Sitio web</i>
<i>Raster3D</i>	Un conjunto de herramientas para la generación de imágenes de mapa de bits de alta calidad de proteínas u otras moléculas. Freeware para Mac OSX, Windows, Unix y Linux.	< <a href="http://skuld.bmsc.washington.edu/raster3d/">http://skuld.bmsc.washington.edu/raster3d/</a> >
<i>RasTop (v. 2.0)</i>	Una interfaz gráfica fácil de usar de RasMol (v. 2.7.2.1), disponible para Windows y Linux.	< <a href="http://www.geneinfinity.org/rastop/">http://www.geneinfinity.org/rastop/</a> >
<i>Ribbons</i>	Un programa para la ilustración molecular y análisis de errores, para Mac OSX, Windows, Unix y Linux	< <a href="http://www.msg.ucsf.edu/local/programs/ribbons/ribbons.html">http://www.msg.ucsf.edu/local/programs/ribbons/ribbons.html</a> >
<i>RCSB MBT Viewers</i>	El kit de herramientas MBT es un marco que permite crear varios visualizadores. Se utiliza para cuatro diferentes visualizadores en el sitio web RCSB PDB.	< <a href="http://biojava.org/wiki/RCSB_Viewers&gt;About">http://biojava.org/wiki/RCSB_Viewers&gt;About</a> >
<i>Rmscopll</i>	Un script Tcl/Tk responsable para redirigir archivos PDB o secuencias de comandos RasMol a varias sesiones de RasMol; se utiliza como una aplicación de ayuda del navegador web o como un programa independiente para Mac (OSX o PPC), Windows o Unix.	< <a href="http://rmscopii.sourceforge.net/">http://rmscopii.sourceforge.net/</a> >
<i>Schrödinger Product Suites</i>	Las ofertas de productos completos de Schrödinger van desde programas generales de modelado molecular a un conjunto completo de software de diseño de fármacos, así como una suite del estado de la técnica para la investigación de materiales. Todos los productos que se ejecutan con Maestro, una interfaz unificada para todo el software de Schrödinger, que está disponible para Mac, Windows y Linux.	< <a href="http://www.schrodinger.com/">http://www.schrodinger.com/</a> >
<i>Structural Proteomics Application Development Environment (SPADE)</i>	El Desarrollo de Entorno para las Aplicaciones de la Proteómica Estructural (SPADE) proporciona herramientas para el desarrollo y el despliegue de la estructura esencial y equipos secuencia. Incluye un sondeo químico privado para apoyar la verificación experimental de los modelos estructurales previstos. Escrito en Python con herramientas de scripting disponibles. Se ejecuta en Windows, Linux y Mac.	< <a href="http://www.spadeweb.org/wiki/index.php?title=Main_Page">http://www.spadeweb.org/wiki/index.php?title=Main_Page</a> >
<i>STRAP</i>	Alinea las secuencia de proteínas y estructuras 3D.	< <a href="http://www.bioinformatics.org/strap/">http://www.bioinformatics.org/strap/</a> >

<i>Visualizador</i>	<i>Descripción/característica</i>	<i>Sitio web</i>
<i>Swiss PDB viewer</i>	Es un programa y el de modelado molecular y gráficos 3D para el análisis simultáneo de múltiples modelos y para la construcción de modelos en mapas de densidad de electrones. El software está disponible para Mac (OSX o PPC), Windows, Linux o SGI	< <a href="http://spdbv.vital-it.ch/">http://spdbv.vital-it.ch/</a> >
<i>Tachyon</i>	Una de las características avanzadas que ofrece el trazador de rayos Tachyon (integrado en VMD), es la capacidad de hacer que las escenas con iluminación de oclusión ambiental.	< <a href="http://www.ks.uiuc.edu/Research/vmd/minitutorials/tachyona0/">http://www.ks.uiuc.edu/Research/vmd/minitutorials/tachyona0/</a> >
<i>UGENE</i>	Herramienta gratuita y de código abierto con soporte de visualización formato PDB escrito en código de memoria rápida eficiente C ++. Compatible con Windows, Mac OSX, Unix y Linux.	< <a href="http://ugene.net/">http://ugene.net/</a> >
<i>Visual Molecular Dynamics (VMD)</i>	Se ejecuta en muchas plataformas, incluyendo Mac OSX, y varias versiones de Unix y Windows. VMD proporciona la visualización, análisis y características de script Tcl/Python, y ha añadido recientemente la navegación secuencia y características volumétricas. VMD se distribuye de forma gratuita.	< <a href="http://www.ks.uiuc.edu/Research/vmd/">http://www.ks.uiuc.edu/Research/vmd/</a> >
<i>YASARA</i>	Un programa completo de gráficos moleculares y de modelado, incluyendo simulaciones de dinámica molecular interactivos, determinación de la estructura, el análisis y la predicción, de acoplamiento, películas y eLearning para Windows, Linux y Mac OSX.	< <a href="http://www.yasara.org/">http://www.yasara.org/</a> >
<i>Zeus</i>	Una herramienta de visualización molecular que soporta formatos PDB, MOL, MOL2/SYBYL y XYZ. El motor de salida entrega gráficos moleculares de alta calidad. Zeus ofrece una búsqueda de secuencia que puede destacar dentro de la estructura molecular. Se pueden generar gráficas de Ramachandran de ángulos diedros internos y exportarlas. Los archivos PDB pueden ser descargados automáticamente del RSCB PDB.	< <a href="http://www.al-nasir.com/portfolio/zeus/">http://www.al-nasir.com/portfolio/zeus/</a> >

FUENTE: elaboración propia, con información de los sitios web citados.

## Resultados y discusión

He sido profesor de bioquímica desde 1996, impartiendo cursos en diversas instituciones y en niveles preuniversitario, licenciatura y posgrado; durante estos años he tenido que implementar, conforme han sido disponibles, las

diversas herramientas para la enseñanza de los múltiples conceptos que forman parte del conocimiento bioquímico y que, como se mencionó antes, tienen que ver en la mayoría de los casos con situaciones abstractas. En un principio utilizaba sólo gis y pizarrón, lo cual en general era pésimo para tratar de reproducir situaciones tridimensionales, pero era útil para reproducir enlaces y composiciones de moléculas sencillas. Posteriormente, recurrí al uso de acetatos con impresiones en blanco y negro de fotografías de libros, esta situación abonó en el camino de la enseñanza y (supongo) del aprendizaje por parte de los alumnos.

Más adelante, una vez que conocí e implementé el uso de programas para diseñar moléculas, fui capaz de realizar mis propios proyectos para avanzar en la enseñanza de estos conceptos, la evolución de ese trabajo desembocó en un libro electrónico denominado *Bioquímica y Biología Molecular en Línea* (Vázquez, 2003), disponible en la red desde 2003 y que tiene más de 150,00 visitas. Sólo en lo que va de este año se ha visitado más de diez mil veces por más de 7,500 usuarios; a medida que pasa el tiempo, se visita más.

Desde hace algunos años, ya que los recursos de cómputo tuvieron mayor disponibilidad, utilicé diversas herramientas para transmitir esta información a los alumnos; actualmente, muchas bases de datos y visualizadores están al alcance de los docentes. Tal vez el único inconveniente para la inmediatez de la transmisión de esa información a través del uso de estas herramientas es que todas están en Inglés y no todos los alumnos dominan los términos en ese idioma, pero como estas UEA se imparten a lo largo de la carrera y es obligatorio para los alumnos manejar información en inglés, eventualmente el uso de esos recursos se vuelve más amigable y accesible, de manera que en las UEA optativas que los alumnos cursan idóneamente a final de su carrera, el manejo de estas herramientas es mucho más eficiente.

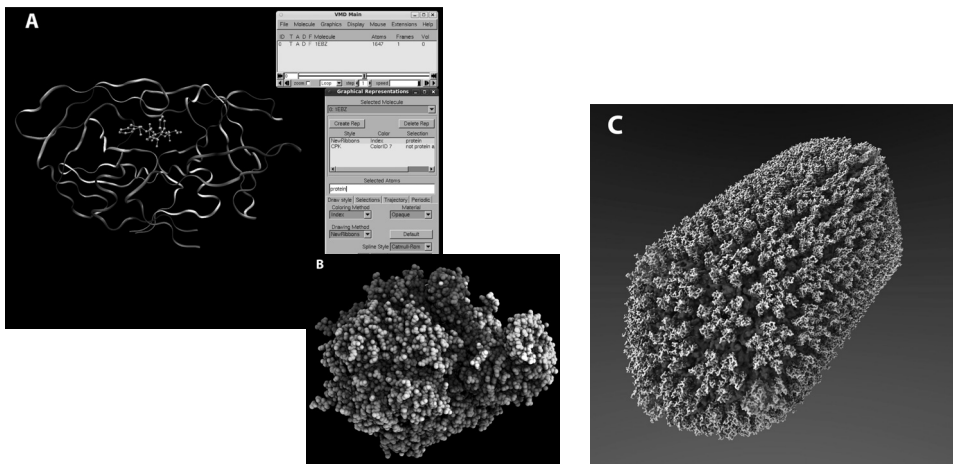
Es una realidad que la mayoría de los alumnos tienen un dispositivo en el que se pueden instalar muchos de estos programas, que incluso como se observa en el cuadro 1, muchos de ellos tienen versiones para teléfonos inteligentes o para tabletas; lo anterior, sumado a que muchas de estas herramientas de visualización son gratuitas, hace que el uso de los visualizadores se vuelva algo portable, que uno lleva en cualquier lugar y momento, que definitivamente está ligado a una mejor preparación profesional en el caso que aquí se discute.

En cuanto al aprovechamiento por parte de los alumnos, gracias al uso de los visualizadores moleculares, sólo lo he experimentado con detalle en la UAM Cuajimalpa con los alumnos de la licenciatura en BM. Primeramente, habría que decir que, debido a la generación a la que pertenecen, en la que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) forman parte de su

cotidiano, antes de utilizar el visualizador, los alumnos deben familiarizarse con las bases de datos, en general para lo que se refiere al trabajo aquí reportado, la inmensa cantidad de la información requerida para el análisis de la estructura de las proteínas, se encuentra almacenada y disponible de forma gratuita en el PDB (véase el apartado "Materiales"). Una vez que la necesidad ha llevado a los alumnos a involucrarse con esta base de datos, ya sea por encargo del profesor o bien por la curiosidad de tener información sobre una proteína particular, la relación de los alumnos con los visualizadores moleculares es casi connatural, pues primeramente se trata de imágenes sumamente bonitas, como se observa en la figura 5, luego los programas le permiten al usuario hacer una manipulación en la representación de la molécula, dándole capacidades para modificar el tamaño, los colores, la forma de representación, la textura, la iluminación, el movimiento, entre otros, dependiendo de las capacidades del visualizador que se utilice.

Después habría que decir que cada una de las partes que constituyen a las moléculas analizadas idealmente tienen regiones diferentes, que corresponden a capacidades funcionales diferentes, por lo que los alumnos localizan estas zonas y de esta manera aprenden y relacionan los conceptos necesarios para la comprensión básica de los procesos bioquímicos.

**FIGURAS 5A, 5B Y 5C. GRÁFICOS GENERADOS CON VISUALIZADORES MOLECULARES: A) CAPTURA DE PANTALLA DEL VMD, SE MUESTRAN LAS PANTALLAS DE COMANDOS Y LA PROTEÍNA EN ALAMBRES Y UNA MOLÉCULA UNIDA A ÉSTA EN BOLAS Y PALOS (VERDE); B) UNA PROTEÍNA CONSTITUIDA POR VARIAS SUBUNIDADES, COLOREADAS DIFERENTE CADA UNA; C) LA CÁPSIDE DE UN VIRUS, SE OBSERVA QUE ESTÁ CONSTITUIDA POR MUCHAS PROTEÍNAS SIMILARES (GRIS) Y ALGUNAS DIFERENTES (VERDE). EN TODOS LOS CASOS, EL MOVIMIENTO VOLUNTARIO DE LAS ESTRUCTURAS ES POSIBLE, AUNQUE TAMBIÉN SE PROGRAMA EL TIPO Y LA VELOCIDAD DESEADOS EN CADA ANIMACIÓN DESARROLLADA EN ESTOS PROGRAMAS**



## Conclusiones

Es claro que el uso de los visualizadores moleculares permite que conceptos abstractos (imposibles de observar a simple vista) sean comprendidos por los alumnos. Esta comprensión es incluso mayor cuando ellos se familiarizan con las herramientas, pues al poder manipular la información, ésta se aclara y se fija en su memoria. En todos los casos en los que se ha solicitado el uso de estos programas, los alumnos se han enfrentado intuitivamente al uso de éstos, en algunos casos el interés por el dominio de dichos programas ha hecho que se especialicen en su manejo, incluso que emprendan sus proyectos terminales y servicios sociales generando información con el uso de estos programas.

Debido a esta situación, sería deseable que se imparta una UEA optativa interdivisional, en la que se revise con detalle el listado que se muestra en el cuadro 1. Incluso, en relaciones académicas recientes con alumnos de la carrera de Diseño en la UAM Cuajimalpa, se ha encontrado un interés genuino por acercarse a estos programas, pues contienen herramientas de visualización y posibilidades de manejos gráficos y de imágenes que pueden ser utilizados en esa profesión.

## Fuentes

Charles, S. (s.a.). "Charles Supper Company", en <<http://www.charles-supper.com/en/page/product.cfm?idProduct=33>>, consultada el 26 de agosto de 2015.

Beem, K.R. (1977). "Metal Sites of Copper-Zinc Superoxide Dismutase", *Biochemistry*, vol. 16, núm. 9: 1930-1936.

Bernstein, F.K. (1977a). "Protein Data Bank", en <<http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>>, consultada el 27 de agosto de 2015.

Bernstein, F.K. (1977b). "The Protein Data Bank", *Eur. J. Biochem.*, vol. 80: 319-324.

Burnett, M. (2000). "ORTEP-III", en <<http://web.ornl.gov/sci/ortep/ortep.html>>, consultada el 27 de agosto de 2015.

Feldmann, R.A. (1980). *Teaching Aids for Macromolecular Structure (TAMS). Teachers Manual*. Bethesda, Maryland: The Division.



- Feldmann, R.B. (1978). "Interactive Computer Surface Graphics Approach to Study of the Active Site of Bovine Trypsin", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 75, núm. 11: 5409-5412.
- Feldmann, R.J. (1976). *Atlas of Macromolecular Structure on Microfiche* (AMSOM). Maryland: Tracor Jitco.
- Francoeur, E. (2002). "Cyrus Levinthal, the Kluge and the Origins of Interactive Molecular Graphics", *Endeavour*, vol. 26, núm. 4: 127-131.
- Jones, T.A., J.Y. Zou, S.W. Cowan y M. Kjeldgaard (1991). "Improved Methods for Building Protein Models in Electron Density Maps and the Location of Errors in These Models", *Acta Crystallogr. A.*, vol. 47, núm. 2: 110-119.
- Jones, T. (1978). "A Graphics Model Building and Refinement System for Macromolecules", *J. Appl. Crystallogr.*, vol. 11: 268-272.
- Kendrew, J.B. (1958). "A Three-Dimensional Model of the Myoglobin Molecule Obtained by X-Ray Analysis", *Nature*, vol. 181: 662-666.
- Kohler, R. (1971). "The Background to Eduard Buchner's Discovery of Cell-free Fermentation", *Journal of the History of Biology*, vol. 4: 35-61.
- Martz, E. (1996). "RasMol Quick Start", en <<http://www.umass.edu/microbio/rasmol/rasquick.htm#mouse>>, consultada el 27 de agosto de 2015.
- Mateos, I. (2000). *Historia de la biología*. México: AGT.
- Payen, A.-F. (1833). "Mémoire sur la diastase, les principaux produits de ses réactions et leurs applications aux arts industriels", *Annales de chimie et de physique*, segunda serie, vol. 53: 73-92.
- Richards, F. (1968). "The Matching Of Physical Models To Three-Dimensional Electron-Density Maps: A Simple Optical Device", *J. Mol. Biol.*, vol. 37: 225-230.
- Richardson, D.A. (1992). "The Kinemage: A Tool for Scientific Communication", *Protein Sci.*, vol. 1, núm. 1: 3-9.
- Richardson, J.R. (1976). "Similarity of Three-dimensional Structure between the Immunoglobulin Domain and the Copper, Zinc Superoxide Dismutase Subunit", *J. Mol Biol.*, vol. 102, núm. 2: 221-35.

- Rubin, B.A. (1972). "The Simple Construction of Protein Alpha-Carbon Models", *Biopolymers*, vol. 11: 2381-2385.
- Sayle, R. (1995). "You also Asked for a Short History of RasMol", en <<https://www.umass.edu/microbio/rasmol/pershist.txt>>, consultada el 27 de agosto de 2015.
- Tainer, J.G. (1982). "Determination and Analysis of the 2 A-structure of Copper, Zinc Superoxide Dismutase", *J. Mol. Biol.*, vol. 160, núm. 2: 181-217.
- Vázquez, E. (2003). "Bioquímica y Biología Molecular en línea", en <<http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/index.html>>, consultada el 27 de agosto de 2015.

# El uso de los sistemas de información geográfica en el Diplomado de Inteligencia Territorial de la UAM Cuajimalpa

Salomón González Arellano\*  
Laura Elisa Quiroz\*\*

## Introducción

**E**l uso de los sistemas de información geográfica (SIG) ha sido, hasta hace poco tiempo, un recurso técnico de especialistas. Sin embargo, en los últimos años se ha dado una serie de condiciones que han transformado gradualmente esta situación: el desarrollo de software más amigable, difusión de tecnologías espaciales como los GPS, una mayor producción y mejor acceso a datos geográficos y, sobre todo, la integración en la currícula de planes de estudio del análisis del espacio geográfico (NAP, 2005). Estas transformaciones responden, en buena medida, a las exigencias de un campo profesional en emergencia, que busca explotar la información geográfica por medio del uso de tecnologías de producción y gestión de datos espaciales. Ante esta situación, el Departamento de Ciencias Sociales de la UAM Cuajimalpa diseñó el Diplomado de Inteligencia Territorial (DIT), el cual ha sido impartido en cuatro ocasiones durante 2014 y 2015.

Éste tiene como objetivo desarrollar una serie de conocimientos y habilidades sobre la gestión colectiva del conocimiento territorial, haciendo uso de las tecnologías y el diseño de la información, a partir de la aplicación de los principios, métodos y técnicas de la investigación-acción participativa. El

---

\* Profesor-investigador, adscrito al Departamento de Ciencias Sociales, y miembro del Laboratorio de Análisis Socioterritorial (LAST), UAM Cuajimalpa. C.e.: <sgonzalez@correo.cua.uam.mx>.

\*\* Técnica académica, adscrita al Departamento de Ciencias Sociales, y miembro del Laboratorio de Análisis Socioterritorial (LAST). C.e.: <lauquiroz@gmail.com>.

desarrollo socioambiental no se imagina sin tomar en cuenta la dimensión socioterritorial y la participación de sus habitantes. En este sentido, los principios y métodos de la Inteligencia Territorial (IT) resultan una vía adecuada para integrar métodos participativos, las tecnologías de la información y la comunicación, así como el diseño de información para el desarrollo territorial (González, 2014).

El DIT ofrece la integración de distintos saberes, por medio del enfoque de la investigación-acción participativa, lo que lo convierte en innovador y de gran relevancia para la formación de profesionales y promotores del desarrollo territorial.

Además, la modalidad propuesta de este diplomado incorpora actividades de vinculación con población involucrada en un problema socioterritorial real, haciendo de este programa una valiosa experiencia didáctica y de extensión universitaria. En este sentido, el DIT ha sido diseñado para personas con mínimas competencias en el uso de tecnologías de la información, ningún dominio en la representación cartográfica digital, sin experiencia alguna en el uso de los SIG. Este perfil de participantes representa un reto en el proceso de enseñanza-aprendizaje del diplomado, concretamente en cuanto a la aplicación de conceptos, métodos y herramientas propias de los SIG.

El DIT se organiza en cuatro módulos. El primero consiste en la introducción a la IT y los principales conceptos geográficos; el segundo presenta conceptos y herramientas para el diseño de la información; el tercer módulo se aboca a las tecnologías de la información geográfica, en tanto que el cuarto módulo se dedica a la construcción de indicadores territoriales. Este capítulo presenta la experiencia pedagógica del módulo III, concretamente en cuanto al uso de los SIG ante la gestión del conocimiento de un territorio concreto.

## Metodología

El tercer módulo del DIT está dedicado al uso de tecnologías de la información geográfica y representa el espacio dedicado a la adquisición de competencias teóricas y técnicas por parte de los participantes del diplomado. Este módulo consta de nueve sesiones, de cuatro horas cada una, en el que el objetivo general es que los participantes desarrollen habilidades y competencias en el manejo y gestión de la información territorial.

En este módulo, de manera práctica, los participantes conocen los principios, métodos y herramientas que comprenden los SIG, la construcción de Bases de Datos Geográficas (BDG), así como la visualización y representación

de la información territorial. Apoyándose en las técnicas del aprendizaje basado en problemas (ABP), los participantes se enfrentan ante el objetivo de construir, colaborativamente, un sistema de información geográfica de un territorio concreto. El método consta de cuatro etapas:

1. El modelo colectivo territorial.
2. Diseño del sistema de información geográfica.
3. Construcción del SIG.
4. Explotación del SIG.

## Modelado colaborativo del territorio

En esta primera etapa, los participantes aplican alguna de las técnicas de descomposición y simplificación de la complejidad vistas en el primer módulo (Heuer y Pherson, 2010). Se identifican las familias de entidades geográficas significativas del modelo, se agrupan por familias que comparten los mismos atributos y se definen relaciones espaciales entre sí. Este ejercicio de abstracción se suele apoyar en la cartografía participativa y otras técnicas colaborativas. El resultado de esta etapa es un modelo de entidades geográficas, con la definición de sus atributos y referencias espacio-temporales (Arctur y Zeiler, 2004; Zeiler, 2000).

### IMAGEN 1. PRÁCTICA DE CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA EN LA UAM CUAJIMALPA

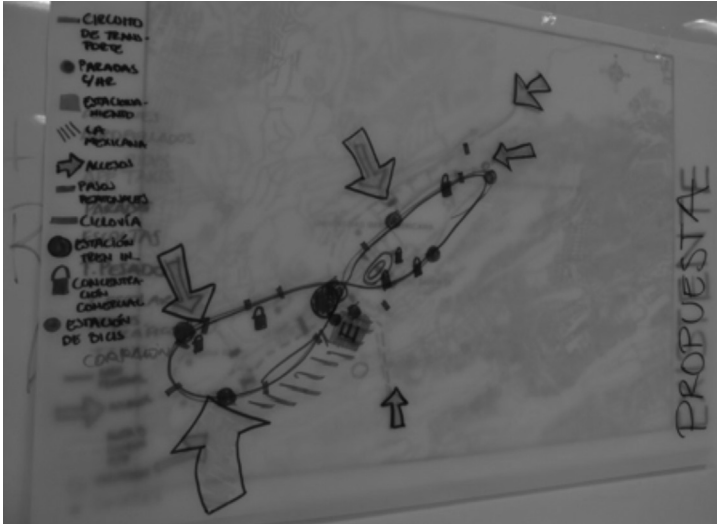


FUENTE: Laboratorio de Análisis Territorial (LAST).

En esta fase, los participantes definen las problemáticas a abordar; en el DIT, estas problemáticas se definen a partir del Taller de Cartografía Participativa que forma parte del tercer módulo: TIC y gestión colectiva del conocimiento territorial. En este taller se reúnen diferentes actores de la sociedad, quienes, en conjunto con los participantes del DIT, y de manera colaborativa,

generan los ejes temáticos que después abordarán en el resto del módulo. El uso de las tecnologías de información en esta etapa es limitada, los participantes trabajan colaborativamente con hojas de papel, marcadores, pizarrón, etiquetas, etcétera (imágenes 1 y 2).

## IMAGEN 2. MODELO SINTÉTICO DEL TERRITORIO



FUENTE: Laboratorio de Análisis Territorial (LAST).

## Diseño del SIG

Los participantes definen los objetos, atributos y relaciones espaciales que formarán parte del SIG. Esta fase exige definir las dimensiones significativas del sistema territorial, seleccionar y descartar entidades geográficas para un manejo aprehensible de la complejidad del territorio de interés.

En esta fase es necesario establecer, al menos de manera aproximada, la extensión o cobertura geográfica, además de la escala y proyección. En este momento inicia gradualmente el uso de algunas herramientas informáticas. El uso de gestores de bases de datos es útil para la construcción del modelo conceptual del SIG.

## Construcción del SIG

En esta etapa, los participantes aprenden a consultar, manipular y editar bases de datos geográficos. Es decir, una vez definidos los ejes temáticos, los

participantes comienzan con la búsqueda de información y construcción del núcleo de datos. Éste integra y muestra las bases de datos geográficas necesarias para comenzar con la construcción del SIG, la cual contiene una serie de atributos específicos, propios de cada eje temático. Esta fase es crucial, porque es el momento concreto de confrontarse con las tecnologías de información geográfica.

IMAGEN 3. PRÁCTICA DEL SIG  
EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS SOCIOTERRITORIAL (LAST)



FUENTE: Laboratorio de Análisis Territorial (LAST).

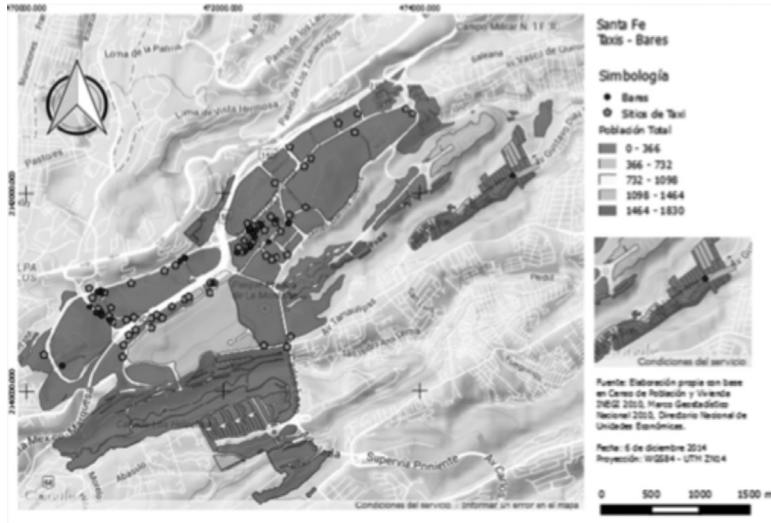
## Explotación de datos

En esta etapa, los participantes tienen la capacidad de integrar, visualizar y analizar datos espaciales propios de cada temática. Este proceso les permite hacer consultas, visualizaciones y búsquedas por localización, o bien por atributos, dentro de un SIG y en su propia base de datos. Normalmente, esta fase es gradual; en un primer momento, las consultas son de visualización y de búsqueda de objetos, para pasar a la formulación de expresiones con operadores y funciones de programación SQL.

## Comunicación de resultados

Por último, esta fase representa la visualización y comunicación de resultados, en la que los participantes muestran, a través del diseño cartográfico, las diferentes temáticas definidas en la primera fase del proceso. Se presta especial atención en el desarrollo de una postura crítica del diseño y construcción de mapas (Monmonier, 1991).

#### IMAGEN 4. DOCUMENTO DE COMUNICACIÓN CARTOGRÁFICA



FUENTE: Laboratorio de Análisis Territorial (LAST).

En síntesis, el método se basa en la aplicación de procesos colaborativos en la gestión del conocimiento territorial. Los participantes son confrontados con un problema real de modelado del territorio y, por medio de técnicas colaborativas, analizan y simplifican la complejidad de un territorio en subsistemas.

Esta etapa se basa en experiencias sobre la gestión del conocimiento de comunidades de aprendizaje; evidencias previas han ilustrado que, por diversas vías, el dominio de los SIG por parte de alumnos no avanzados sí es factible (Alibrandi, 2003; Craig, Harris y Weiner, eds., 2002).

### Descripción del caso

El tercer módulo del DIT adopta el enfoque de los métodos de aprendizaje basado en problemas; en este sentido, desde su inicio se plantea al grupo de participantes el objetivo de modelar y analizar un territorio concreto. En este apartado presentamos el caso del DIT impartido durante el trimestre de la primavera del 2015. Esa ocasión se seleccionó trabajar con la zona de Santa Fe, al poniente de la ciudad de México, con la idea de construir un sistema de información de las principales preocupaciones de los vecinos de la zona. Un grupo de vecinos y miembros de la Asociación de Colonos de Santa Fe aceptaron participar en un taller-diagnóstico, que se realizó en las instalaciones de la UAM Cuajimalpa.



Como resultado del taller-diagnóstico participativo, fue posible identificar y clasificar las principales preocupaciones en cuatro grandes grupos:

1. Movilidad y transporte.
2. Gobernanza.
3. Uso del suelo
4. Violencia y seguridad.

Esta información se presentó y discutió con la ayuda de un ejercicio de cartografía participativa con el grupo de asistentes al DIT. Este ejercicio permitió sintetizar y compartir las visiones parciales de los distintos participantes, además de construir un modelo compartido del territorio. El conocimiento tácito del territorio de los vecinos fue captado y registrado en diversos formatos (fotos, dibujos y videos).

A partir de los insumos del diagnóstico territorial, en el tercer módulo se procedió al diseño y construcción del sistema de información geográfica. El grupo de participantes se subdividió según las temáticas identificadas en el diagnóstico participativo. En el Laboratorio de Análisis Socioterritorial (LAST) se trabajó con el software libre QSIG versión 2.8. Todos los grupos partieron de una base de datos común, que consistió en la traza urbana (grupo de manzanas y calles) de la zona de Santa Fe. Algunas otras bases de datos fueron puestas a disposición: datos del Censo 2010 de Población y Vivienda, el inventario de unidades económicas 2013, que constituye una base de microdatos de los negocios y empresas de todos los sectores económicos.

El ejercicio de construcción del SIG se dividió en dos momentos: integración de bases de datos existentes y la edición de nuevas entidades. Los participantes desarrollaron las competencias para buscar, extraer y manipular datos geográficos existentes, así como su incorporación a un sistema de información geográfica. Además, aplicaron las herramientas de edición de entidades geográficas en sus tres geometrías elementales (punto, línea y polígono). El conjunto de ejercicios siempre estuvo dirigido bajo el objetivo de la representación informática del territorio seleccionado: la zona de Santa Fe.

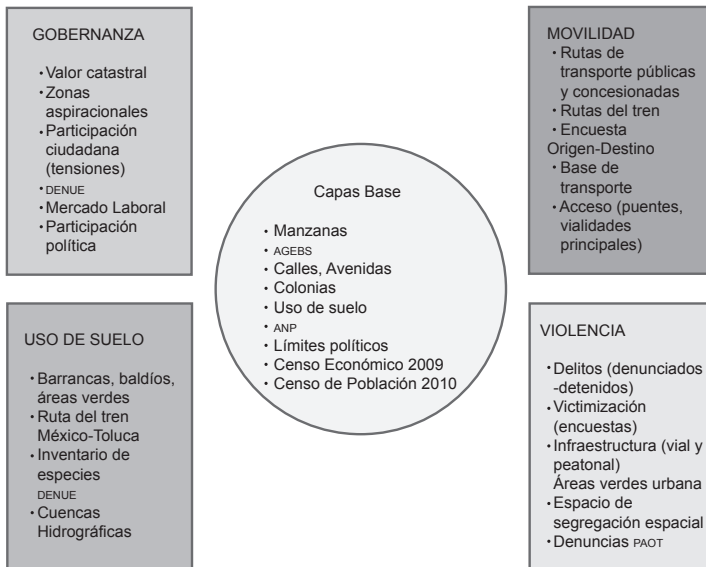
Una vez conformado el modelo territorial de la zona, bajo los temas seleccionados, se procedió a la fase de explotación de la información. Ésta consiste en la generación de ciertos procesos de consulta y análisis espacial.

En dicha sesión, los participantes del DIT, conjuntamente con los integrantes de la Asociación de Colonos de Santa Fe, formaron equipos de colaboración y cada quien abordó una temática en particular. Los ejes temáticos fueron

- Uso de suelo.
- Movilidad y transporte.
- Violencia y seguridad.
- Gobernanza.

En la segunda sesión, una vez definidos los grupos de trabajo y sus ejes temáticos, se definió el núcleo de datos y las capas base necesarias para comenzar con la construcción del Sistema de Información Territorial (SIT) de Santa Fe.

### ESQUEMA 1. NÚCLEO DE DATOS



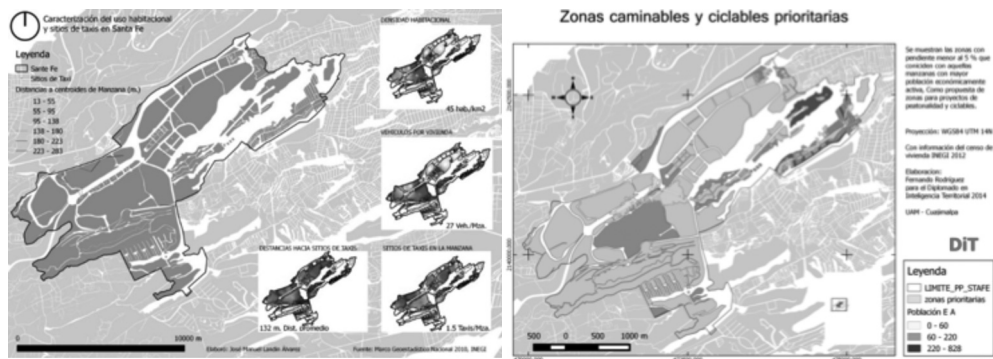
FUENTE: Laboratorio de Análisis Territorial (LAST).

En las sesiones subsiguientes, los participantes aprendieron el manejo básico de un SIG, así como conceptos básicos, sistema de proyecciones y fuentes de información. Cabe destacar que el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizó con el software de código libre y abierto QGIS, ello con la finalidad de mejorar la accesibilidad de este tipo de herramientas a los participantes.

A lo largo del tercer módulo, los participantes se enfrentan al proceso del aprendizaje basado en problemas (ABP), y a partir del eje temático que desarrollaron por equipo, los participantes aplicaron las diferentes herramientas de extracción, proximidad y extrapolación que utiliza un SIG, además de identificar los diferentes modelos de representación del territorio y, sobre todo, a generar y construir nueva información.

Por último, este tercer módulo concluye con una sesión de edición cartográfica, en la que los participantes comunican y exponen sus resultados a través de la elaboración de un mapa cartográfico. Este tipo de experiencias ha resultado ser muy enriquecedor, pues permite a los participantes ser parte activa en la construcción del conocimiento territorial, además de que adquieren las herramientas necesarias para el uso y manejo de un SIG. Aquí se muestran algunos resultados de los mapas generados por alumnos del DIT.

FIGURA 2. MAPAS ELABORADOS POR PARTICIPANTES DEL DIT



FUENTE: Laboratorio de Análisis Territorial (LAST).

## Resultados

Durante las sesiones de trabajo, los participantes, organizados en grupos, construyeron un SIG; así como concebir el modelo territorial y explotar la información por medio de consultas, reportes y la edición de mapas. En términos de aprendizaje, las habilidades desarrolladas fueron

- Conocimiento y uso de conceptos geográficos: necesarios para modelar el territorio y traducirlo en un modelo informático. Con la aplicación de técnicas colaborativas, se logró construir una representación sintética del territorio, viable de ser documentado y analizado. En esta fase, el uso de las TIC es limitado y los participantes se apoyan en soportes tradicionales.
- Aplicación de procedimientos: empleados en el diseño y construcción de un sistema de información geográfico básico; integración de datos externos en diversos formatos y la edición de nuevas entidades geográficas (definición de geometrías, topologías, y atributos). En esta etapa, los participantes adquieren habilidades para la manipulación de datos y uso de herramientas informáticas.

- Interpretación de la información geográfica: auxiliados con funciones de consulta básica y avanzada; comprensión del sistema territorial y de las relaciones espaciales existentes entre las entidades geográficas.
- Consultas y generación de nueva información: a partir de la aplicación de operadores espaciales; por ejemplo, el cálculo de distancias, superficies, densidades, identificación de centros o de otras estructuras espaciales.
- Comunicación y transferencia de conocimiento: mediante el diseño y generación de mapas, cuadros, gráficas y reportes. El ejercicio de modelado territorial se concreta con la producción de documentos diversos de comunicación y transferencia de información.

## Conclusión

El DIT que ofrece la UAM Cuajimalpa persigue incrementar las competencias de ciertos actores, por medio de la adquisición de conceptos, métodos y herramientas para la gestión colectiva del conocimiento territorial. En este proceso, las TIC constituyen un recurso central y los sistemas de información geográfica son, indudablemente, una potente herramienta que posibilita la gestión del conocimiento territorial.

La experiencia adquirida a lo largo de los cuatro diplomados impartidos hasta la fecha permiten conocer mejor el papel que desempeñan los SIG en el proceso de aprendizaje. Los participantes evidenciaron que, por medio de técnicas colaborativas, es posible construir un modelo colectivo del sistema territorial. La adquisición de conceptos geográficos es clave en esta etapa, así como de la capacidad de traducirlos en objetos de información.

El paso del territorio concreto al modelo abstracto de información representa un desafío importante, el cual, gracias a la adquisición de conceptos geográficos y de las tecnologías, es posible abordar. El dominio de funciones básicas e intermedias de un programa permitió construir un modelo informático del territorio por parte de los participantes. Esta etapa es una experiencia sumamente significativa para los participantes del DIT, en cuanto al papel que cumplen los SIG en la visualización de los objetos geográficos.

En efecto, los primeros resultados de esta etapa del proceso permiten pasar de la dimensión abstracta a una que gradualmente logre concretar una representación del territorio. Una vez concluida la primera versión del modelo informático del territorio, es factible experimentar un segundo nivel de aprendizaje, gracias a la posibilidad de interrogar, de múltiples maneras, el sistema de información.

La fase de consultas y análisis espacial permite al usuario explorar y explotar la información, además de aumentar su experiencia de aprendizaje sobre la estructura y funcionamiento de territorio representado en el modelo informático. Para concluir, se puede decir que la fase de comunicación y transferencia de información se logró por medio de la producción de mapas, gráficas y reportes.

## Fuentes

- Alibrandi, M. (2003). *GIS in the Classroom : Using Geographic Information Systems in Social Studies and Environmental Science*. Portsmouth, N.H.: Heinemann.
- Arctur, D. y M. Zeiler (2004). *Designing Geodatabases: Case Studies in GIS Data Modeling*. Washington, D.C.: ESRI Press.
- Craig, W.J., T.M. Harris y D. Weiner (eds.) (2002). *Community Participation and Geographical Information Systems*. Londres: Taylor and Francis.
- González, S. (2014). "Inteligencia territorial y la observación colectiva", *Revista Espacialidades* (UAM Cuajimalpa), vol. 4, núm. 2.
- Heuer, R.J. y R.H. Pherson (2010). *Structured Analytic Techniques for Intelligence Analysis (Spi)*. Washington, D.C.: CQ Press College.
- National Academies Press (NAP) (2005). *Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum*. Washington, D.C.: NAP.
- Monmonier, M. (1991). *How to Lie with Maps*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Zeiler, M. (2000). *Modeling Our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design*. Redlands, Calif.: Environmental System Research Institut (ESRI) Press.



# Herramientas de autoría y productividad





# La programación como herramienta educativa

Santiago Negrete Yankelevich\*

## Introducción

**D**esde hace tiempo que la programación de computadoras se convirtió en un arte para iniciados. Se percibe como una técnica que se aprende en la universidad, como parte de alguna carrera de ingeniería y que sirve para dedicarse profesionalmente a la creación de software dentro de una organización que cuente con un departamento de sistemas, una fábrica de software, tal vez, o alguna compañía dedicada al desarrollo y comercialización de aplicaciones. Esta visión aleja al usuario común de las computadoras de este arte que, en algún momento, se ofreció a todo el mundo como un vehículo no sólo para adentrarse en el mundo de la informática, sino como una herramienta para aprender.

En los años sesenta, Seymour Papert (citado en Peñalosa, 2013: 22), padre del construccionismo, introdujo el lenguaje Logo como un instrumento de aprendizaje para niños (Papert, 1993). La idea era tener un lenguaje de programación que controlara un mundo virtual, donde habita una tortuga y donde los programas describen tareas que la tortuga debe realizar. Existe una retroalimentación visual, rápida y directa, de la ejecución del programa en un mundo fácilmente comprensible, en donde, a pesar de su sencillez, los niños aprenden una gran cantidad de conceptos de computación, ciencia, matemáticas, modelación y otros.

Durante los años setenta, cuando se produjo el primer microprocesador (el Motorola 4004) y se abrió la puerta al desarrollo de una avalancha de dispositivos digitales portátiles desconocidos hasta ese momento, como (inicialmente) la calculadora de bolsillo, la microcomputadora y, un poco después, el reloj digital de pulsera. Las microcomputadoras o "micros", como se conocieron después, en ese momento se vendían bajo el rubro de *home computer*. Pensadas para casa, estas máquinas (relativamente) pequeñas, sin disco duro y

---

\* Profesor-investigador, adscrito al Departamento de Tecnologías de la Información, UAM Cuajimalpa. C.e.: <snegrete@correo.cua.uam.mx>.

que utilizaban una televisión estándar como salida de video, se comercializaban como nuevos juguetes educativos para el hogar (Trueman, 2015).

La idea central para estas máquinas era promover la programación en Basic como medio de aprendizaje, tanto de conceptos de informática, como de otros temas, a través de su capacidad de generar gráficos en la pantalla de video y la incorporación del Basic al sistema operativo (Montfort, 2013). Con estas características, las computadoras para casa se controlaban y programaban a través de una línea de comandos, en donde podían intercalarse instrucciones para el sistema operativo y para programas, así como producir gráficas atractivas con colores que mostraran resultados gráficos, simulaciones, juegos, etcétera.

Organizaciones como la British Broadcasting Corporation (BBC) y otras, crearon programas para promover la programación de microcomputadoras como instrumento educativo (Centre for Computing History, 2015). El centro de esta iniciativa era una microcomputadora, como las antes descritas, llamada BBC Micro. La gran mayoría de las escuelas en el país utilizaron esta computadora con fines educativos y se vendieron millones para utilizarlas en casa. Este es sólo un ejemplo de muchas máquinas que se vendieron con estos fines en esa década. Otras máquinas de la época son Atari, TRS 80, Commodore, Altair, Sinclair y otras.

La compañía Apple, conocida por todos actualmente, produjo su primera computadora de venta al público en 1977, la Apple II. Esta máquina, que originalmente almacenaba programas en casetes de música, pero que un año después incorporó los disquetes, revolucionó el mercado de las computadoras y se propuso venderlas también para las escuelas como instrumento educativo. Apple dominó la venta de microcomputadoras con fines educativos con esta máquina hasta la introducción de Lisa y, posteriormente, Macintosh. Ambas máquinas inauguraron el uso de un ratón que controla una interfaz de ventanas e íconos basado en el paradigma de escritorio (Trueman, 2015).

Este paradigma de interfaz relegó el anterior, basado en línea de comandos, para utilizarse casi exclusivamente por desarrolladores y administradores de sistemas, y se convirtió en el estándar para toda computadora personal. Este hecho enterró durante largos años la idea de promover la programación como medio principal de interacción con las microcomputadoras.

Recientemente, la BBC lanzó una nueva iniciativa llamada Make it Digital (BBC, 2015) para que los niños de primaria aprendan electrónica y programación, lo que, en voz de uno de sus promotores, es al Internet de las cosas (Evans,

2011) lo que el proyecto original BBC Micro fue a la industria de los juegos. Ésta, junto con otras iniciativas, atestiguan un renovado interés por retomar la idea de difundir la programación entre los usuarios de computadoras, especialmente entre jóvenes y estudiantes universitarios, a través de un nuevo equivalente de las computadoras para casa.

Se trata de una nueva gama de máquinas pequeñas y baratas que funcionan como aquéllas, en el sentido de que están pensadas para educación y para uso de una sola persona. Además, algunas sirven para experimentar con el cómputo físico: el que permite a la computadora controlar sensores y actuadores, y vincular así el mundo virtual (redes locales e Internet) con el mundo real y los dispositivos que en éste operan (Rodríguez, 2010; O'Sullivan e Igoe, 2004).

Otros ejemplos de estas máquinas son Raspberry Pi (The Raspberry Pi, 2015), Arduino (Margolis, 2012), XO (OLPC, 2015) y otras. Todas intentan retomar la idea de que, para que las nuevas generaciones tengan éxito en el mundo digitalizado que les tocará vivir, será indispensable que desarrollen conocimientos sobre informática que vayan más allá de la correcta utilización de los sistemas operativos disponibles (Mac OS, Windows, Linux, etc.) y las aplicaciones más comunes distribuidas en aquéllos. Será necesario que sepan programación, electrónica, gráficas por computadora y otros temas relacionados con las ciencias de la computación.

Si en el futuro próximo los jóvenes que ingresan a la universidad cuentan con estas habilidades, la educación universitaria podría aprovecharlas para incrementar su capacidad de aprendizaje en los temas que estudian como parte de su carrera. Aquí se describirán algunas experiencias e ideas acerca de cómo la programación de computadoras se utiliza como una poderosa herramienta en el aprendizaje universitario para desarrollar el pensamiento abstracto.

## Programas de computadora

Los programas de computadora son una secuencia de instrucciones que ésta debe seguir. Cada instrucción representa una acción que la máquina llevará cabo: como dibujar un cuadro en la pantalla, almacenar un dato o enviar un mensaje por correo electrónico. Las instrucciones se agrupan en bloques, de tal manera que se manipulen en conjunto. Por ejemplo, se puede decidir ejecutar un bloque o no, o repetirlo un número específico de veces. El programa contendrá también metainstrucciones, las cuales describen qué hacer con un bloque.

La composición de un programa es un acto creativo equivalente a la formulación de una prueba de un teorema o la invención de un procedimiento para ejecutar alguna tarea novedosa. Al leerlo, se observa una descripción precisa, no ambigua, de cómo la computadora debe cumplir una tarea. La persona que escribió el programa tiene un procedimiento claro para resolver el problema (un algoritmo) y lo ha traducido a un programa para que sea la máquina la que lo ejecute. Si el programa está bien hecho y funciona, la máquina se constituye como un mecanismo efectivo para probar que el procedimiento creado por el programador efectivamente hace lo que se quiere y éste incluso puede utilizar la máquina como un mecanismo de retroalimentación durante el proceso de desarrollo del algoritmo; es decir, la computadora se convierte en un laboratorio en el que los programadores prueban versiones incrementales de sus programas hasta que obtienen lo que quieren.

## Programar para experimentar

En cursos teóricos, como Análisis y diseño de algoritmos, que cuenta con un equivalente en todas las carreras relacionadas con el cómputo, los alumnos aprenden técnicas para diseñar algoritmos, considerando la complejidad que alcanzan; tal concepto (complejidad) es difícil de asir en algoritmos y sus categorizaciones. Muchas de las técnicas, como la división iterativa de la entrada del problema (divide y vencerás) reducen considerablemente el tiempo de ejecución necesario para la resolución de algunos problemas, pero, ¿por qué esta técnica requiere un tiempo logarítmico difícil de asimilar? (Manber, 1989). Ambos son ejemplos (en la simulación en computadora) del crecimiento de las funciones características de los algoritmos, en el primer caso, y de la ejecución de los programas, en el segundo, los cuales ayudan enormemente a la comprensión de ambos temas.

Todos los libros de texto para esta materia presentan ejemplos de los algoritmos en pseudocódigo, es decir, en una descripción del procedimiento en lenguaje natural (español, inglés y demás). Como se trata de un algoritmo computacional, no hay nada mejor que ponerlo en práctica, ejecutarlo e intentar variantes para comprenderlo cabalmente. Sin embargo, en ocasiones es riesgoso pedir a los alumnos que programen en cursos así, sin tener cuidado en elegir el lenguaje de programación, porque pueden pasar más tiempo tratando de hacer que sus programas *corran*, que probando el algoritmo.

Afortunadamente, existen lenguajes de programación, como Python (González, 2015), muy cercanos al pseudocódigo y que permiten crear programas

claros, en poco tiempo y muy próximos a los algoritmos descritos en los textos. Esto es importante, ya que, por un lado, los alumnos ven de inmediato la correspondencia entre los algoritmos, las ideas detrás de éstos y el código en Python; por otro lado, la programación es algo que se realiza muy rápido, sin necesidad de invertir mucho tiempo encontrando la mejor manera de codificar el algoritmo, como ocurriría en lenguajes menos orientados a la simpleza del código.

Al utilizar iPython (Pérez y Granger, 2007), una librería de Python que ofrece una alternativa de código abierto a sistemas como MatLab (Attaway, 2013), es posible hacer simulaciones más directas que permiten experimentar también con los parámetros. En el programa siguiente se grafican funciones numéricas para comparar visualmente su crecimiento (gráfica 1):

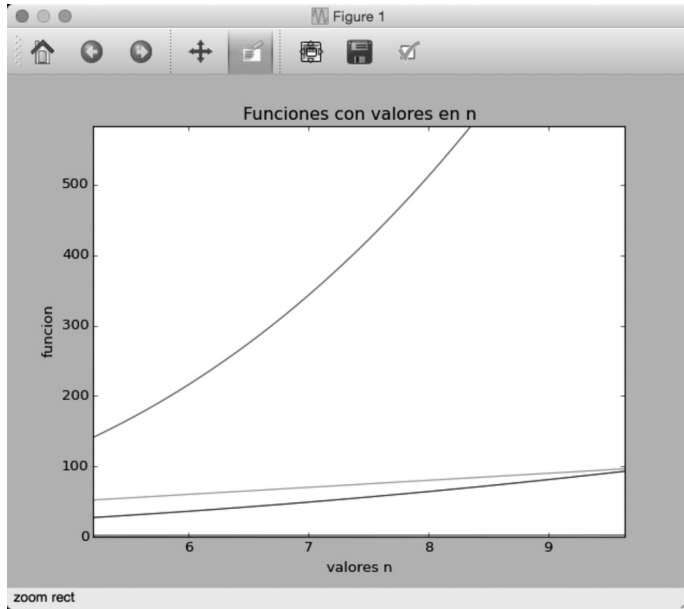
```
from pylab import * # libreria de graficas
import math
n=arange(1,20,.1) # n es una lista de numeros de 0 a 2 con incremento de .1
f1= n**2 # n cuadrada
f2= n**3 # n cúbica
f3= log(n)
f4= 10*n

plot(n,f1) # Despliega gráficas en distintos colores
plot(n,f2)
plot(n,f3)
plot(n,f4)
# Títulos de gráfica y ejes
xlabel('valores n')
ylabel('funcion')
title('Funciones con valores en n')

show() # Mostrar la gráfica
```

Es posible experimentar cambiando el dominio de las funciones, modificando los límites del comando *arange*. Se pueden agregar funciones añadiendo más variables *f5*, *f6*, *f7*, etc. y las líneas correspondientes *plot* para indicar que se graficarán con respecto a *n*.

GRÁFICA 1. IMAGEN ELABORADA CON IPYTHON



La ventana generada, gracias a las librerías de iPython, permite desplazar la imagen de las funciones interactivamente en todas direcciones, además de acercar y alejar. Esto permite estudiar mejor el comportamiento de las funciones. Variando el programa, se pueden graficar tantas funciones como se requiere, cambiar sus colores, rangos, etcétera.

La experiencia de los alumnos muestra que el esfuerzo para escribir un programa y lograr ejecutar el algoritmo en una computadora vale la pena. Además, el hecho de que todos elaboren un programa permite compartir las variantes creadas dentro del grupo y también con el mundo en general, a través de la Internet.

## Programar para mirar

La experiencia con alumnos cuya área de estudio se enfoca en una cultura visual (diseño, arte, arquitectura u otra) encuentran en la programación una herramienta muy útil para su estudio, porque les permite experimentar con la creación libre de imágenes fijas o en movimiento. Hay muchas aplicaciones libres y comerciales para gente con este perfil. Aprender a utilizar estas herramientas que son ya estándares de la industria es muy importante para los alumnos, porque esto les da las habilidades que les permitirá obtener un trabajo en el campo cuando terminen sus estudios. Sin embargo, todas

están orientadas a tareas específicas (fotografía, animación, video) y suelen ser complejas de utilizar.

La programación permite a estos estudiantes experimentar sencilla e inmediatamente con conceptos abstractos, por ejemplo, composición, texturas, colores, tipografía, perspectiva y otras. Con unas cuantas líneas de código es posible crear imágenes que cristalizan estos conceptos y permiten experimentar con pequeñas y grandes variantes de los mismos al mezclar figuras geométricas, colores, transparencia, fotos y combinaciones de éstos, variando solamente algunos parámetros.

En este caso, lenguajes como Processing (Reas y Fry, 2014), de uso sencillo, documentación diseñada para el público artístico y muchos ejemplos en línea, son idóneos para el tipo de cursos que describo. La programación acerca a los estudiantes a los conceptos centrales del trabajo con imágenes electrónicas: píxeles, sistemas de color para pantalla, coordenadas en dos y tres dimensiones, matrices de puntos, transformaciones de espacios de píxeles, imágenes en movimiento cuadro por cuadro generadas o animadas, iluminación, entre otros.

El acercamiento consiste en elaborar programas que creen imágenes y los modifiquen pixel por pixel, utilizando las funciones del lenguaje en cuestión. Así, los conceptos mencionados quedan claros en la mente del alumnado, porque han sido manipulados directamente, sin la sensación de tener un gran aparato encima que lo hace por uno (por ejemplo, una aplicación muy compleja).

Un programa como el siguiente, en Processing, genera una ventana llena de círculos concéntricos que se parecen a un ejercicio típico de una clase de dibujo:

```
size( 500,500); // Tamaño de ventana

for ( int x = 500; x > 0; x = x - 20 ){

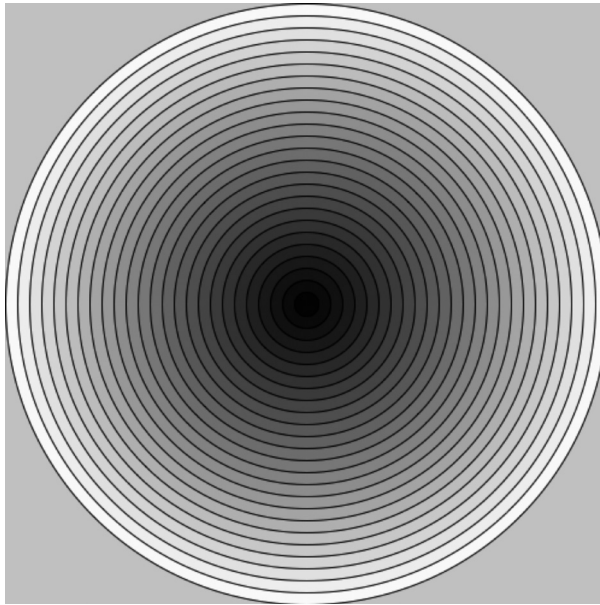
  fill( x/2 ); // color de relleno
  ellipse( 250, 250, x, x );

}
```

La diferencia con una versión elaborada a mano con un compás es que, cambiando algún número en el programa, es posible obtener rápidamente imágenes con más o menos círculos; con otros colores, con otras posiciones,

y así sucesivamente (imagen 1). Es posible entender las relaciones entre los colores, poner algunos incompatibles u obtener el efecto de sombra (tipo *moiré*) de la imagen 1 que aparece al acercarse lo suficiente los círculos.

IMAGEN 1. CÍRCULOS CONCÉNTRICOS ELABORADOS EN PROCESSING



Si, por ejemplo, agregamos un factor aleatorio a la posición de los círculos, usando la función `random`, obtenemos una imagen más interesante.

```
size( 500,500); // Tamaño de ventana

for ( int x = 500; x > 0; x = x - 20 ){

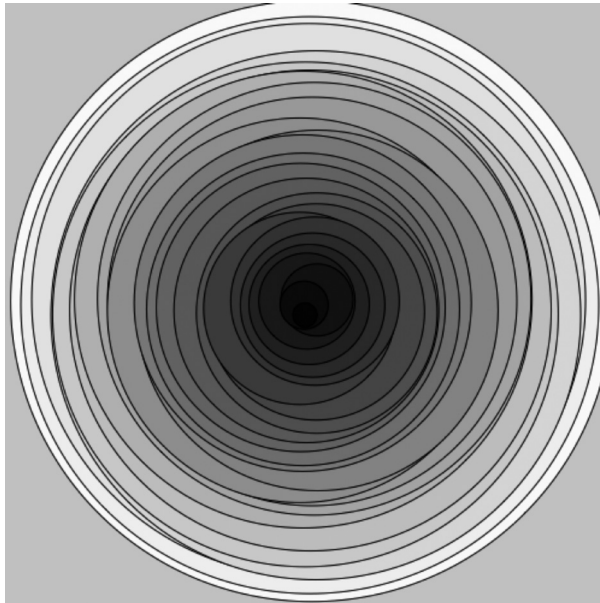
  fill( x/2 ); // color de relleno
  ellipse( 245+random(15), 245+random(15), x, x );

}
```

Esta pequeña variante convierte una imagen fría y poco interesante, en otra que comienza a tener un valor estético (imagen 2). Aquí, una vez más, las variaciones obtenidas cambiando los parámetros permiten entender las relaciones entre figuras, espacios y simetría. La imagen 2 es más cálida e interesante que la original (imagen 1).



## IMAGEN 2. CÍRCULOS CASI CONCÉNTRICOS, AFECTADOS POR EL FACTOR ALEATORIO



Es bien conocido que los productos de la industria de la computación cambian vertiginosamente: hardware, sistemas operativos, aplicaciones y programas de autoría tienen nuevas versiones a pocos meses de haberse instalado. Para los estudiantes, al igual que para el resto de usuarios, esto representa un reto, ya que, una vez dominada una aplicación, es necesario mantenerse en constante actualización para que los conocimientos y la experiencia adquirida no se vuelvan obsoletos al poco tiempo.

En cambio, sin importar qué tipo de trabajo realicen después de graduarse los estudiantes y con qué herramientas, la experiencia con la programación dejará una formación básica y abstracta acerca de los conceptos y procesos relacionados con la creación y transformación de imágenes por medios digitales que durará toda su vida.

### Programar para crear

Actualmente existe un gran número de lenguajes de programación para escribir borradores o *scripts*. Éstos son pequeños programas (relativamente) que originalmente se idearon como instrumentos para realizar funciones automatizadas del sistema operativo o para realizar funciones de interoperatividad entre sistemas incompatibles.

Los *scripts* son códigos escritos rápidamente y con cierta informalidad para resolver problemas concretos; se ejecutan pocas veces en general y se desechan después. No se requiere que sean el resultado de un proceso completo de ingeniería, en el que pasan por distintas fases de depuración. Al contrario, su estilo es más bien rústico y su funcionalidad se verifica mediante el ensayo y error. A pesar de que esta descripción deja cierta sensación de que los *scripts* no son muy útiles en general, recientemente se ha descubierto que son una forma de escribir prototipos; es decir, programas que se escriben con poco esfuerzo relativamente, pero que permiten corroborar ideas, interfaces, dimensiones y otros aspectos de un proyecto. Son programas que ayudan a los partícipes del mismo, durante la fase generativa o creativa, a unificar los criterios acerca de lo que deberá desarrollarse. Es posible realizar varios prototipos para comparar resultados y balancear ventajas y desventajas. Una vez que haya consenso, entonces se generará un proyecto formal en el que se siga un proceso completo de ingeniería y en el que, quizás, se utilice un lenguaje de programación diferente.

Muchos proyectos de diseño, de las artes o de la música que involucran computadoras requieren de programas para desarrollar instalaciones, gráficos para pantalla, sonido y otras creaciones. El software construido para estos proyectos es diferente del que se crea como aplicación para el gran público en varios sentidos:

1. Es el resultado de un proceso evolutivo, creativo de ensayo y error, y no de la implementación de una idea previamente concebida.
2. Es un software que deberá funcionar en una situación particular (una instalación, un sitio web, un concierto) de corta vida; no como una aplicación multifuncional que deberá correr en diversas plataformas y satisfacer las necesidades cambiantes de una gran población.

Las características de los lenguajes para hacer *scripts* que hemos visto antes, hacen de éstos herramientas ideales para este tipo de trabajo. En los cursos de artes que involucran tecnología digital, como el arte electrónico (como el curso "Tecnologías de información experimentales y arte electrónico" de la Maestría en Diseño, información y comunicación, Madic, impartido ahí mismo en la UAM Cuajimalpa), los alumnos deben crear un proyecto al final del curso. Para ello combinarán las habilidades en electrónica y programación adquiridas durante el ciclo, de tal modo que los alumnos desarrollen sus capacidades creativas y de pensamiento abstracto. El software brinda la flexibilidad necesaria para experimentar con ideas y materiales.

La electrónica es un tema difícil y un tanto extraño para los alumnos que no son de ingeniería; tiene una parte de conocimiento teórico que abrumba a

los neófitos; una parte manual fina que confunde a los estudiantes no experimentados, además de que existe un temor tanto de dañar los circuitos y componentes, como de ser dañado por éstos. Al tener una pequeña computadora, como Arduino, que controla los circuitos electrónicos, los proyectos se subdividen en hardware y en software. Este último no tiene las dificultades que describí, pero absorbe la especificación y el control del primero. Aquí, la programación ayuda a entender el hardware porque permite expresar con palabras (aunque sean de un lenguaje de programación) la lógica de lo que ocurre y, una vez más, intentar varios caminos para llegar a una misma solución. También es posible monitorear, en el sentido de mostrar en la pantalla, lo que el hardware está haciendo.

Al programar y controlar el hardware, además de llevar a cabo una ingeniosa labor manual para construir instalaciones utilizando cualquier material imaginable adherido a la electrónica, los alumnos aprenden a expresar creativamente sus emociones, en medios que, en principio, parecen poco maleables. La parte catalizadora y que otorga el mayor dinamismo al conjunto de materiales que se utilizan es la parte blanda (soft), es decir, el software. La programación descubre un universo de posibilidades para artistas y estudiantes (Rodríguez, 2010; O'Sullivan e Igoe, 2004) en una sociedad en la que la interacción física y sensorial con el mundo virtual es cada vez más presente (foto 1).

#### FOTO 1. ALUMNA TRABAJANDO EN UN PROTOTIPO



FUENTE: foto tomada por el autor.

## Programar para simular

El razonamiento matemático es algo difícil de adquirir para alumnos que no son de ciencias exactas. Llegan a la universidad con rezagos producto de una inconstante y desigual educación matemática en el nivel medio. Una de las preguntas que frecuentemente hacen los alumnos al ser introducidos a un nuevo tema es: “¿para qué sirve esto?” La respuesta no siempre es fácil; sin embargo, la computadora es útil, pues permite simular muchos de los conceptos y hacerlos visibles en la pantalla, además de que permite jugar con las simulaciones, cambiando parámetros y observar lo que sucede. Esto aclara a los estudiantes muchas cosas que no habían entendido. Además de utilizar applets y otros pequeños programas disponibles para los estudiantes en diversos sitios de Internet, también se les puede enseñar a programar las simulaciones.

Al utilizar lenguajes para scripts como Python, los alumnos descubren las matemáticas escribiendo programas que calculan, grafican, aproximan, animan procedimientos, ilustran construcciones y otras cosas más. La principal ventaja respecto de los simuladores hechos es que las posibilidades son infinitamente mayores. El programa siguiente tiene la definición de un conjunto de funciones que permiten ejemplificar justamente este concepto (función):

```
# Algunos ejemplos de funciones
# Funciones no continuas (discretas)

def fun1 ( num ):
    """ Esta es una función """
    if num == 1:
        return 2
    elif num == 2:
        return 4
    elif num == 3:
        return 6

def fun2 ( numero ):
    """ Regresa el día de la semana correspondiente """
    if numero == 1:
        return "lunes"
    if numero == 2:
        return "martes"
    if numero == 3:
        return "miércoles"
    if numero == 4:
```

```

return "jueves"
if numero == 5:
return "viernes"
if numero == 6:
return "sábado"
if numero == 7:
return "domingo"

```

```

# Funciones continuas
def f1 ( x ):
    """Esta es la funcion cuadratica"""
    return x**2

```

```

import math # libreria de funciones matematicas
def tiempodecaida( altura ):
    """Calcula el tiempo de caida de un objeto soltado a una altura dada"""
    g = 9.8 # constante de la gravitación en la tierra
    return math.sqrt( 2*altura / g )

```

A pesar de que son ejemplos simples, muestran funciones continuas y discretas. Los alumnos corren ejemplos utilizando estas mismas funciones o con variaciones. También dan valores mayores a tres a la primera y preguntarse por el dominio y el rango de la función. Pueden elaborar programas en los que el dominio o el rango no sea numérico, ya sean conjuntos de funciones, matrices, árboles binarios, gráficos, programas, etc. Al ver que la noción de función es fundamental en la computación, los alumnos encuentran una respuesta parcial a su pregunta recurrente sobre la utilidad de las ideas matemáticas.

El siguiente programa decide si el número dado como parámetro es un número primo. Para ello recorre todos los posibles divisores y los prueba uno por uno. Si hay un divisor, lo anuncia y continúa. Al final avisa si el número es primo o no:

```

def primo(n):
    divisible = "no"
    for i in range(2,n, 1): # i varía entre 2 y n
        if (n % i) == 0: # n es divisible entre i
            divisible = "si"
            print "es divisible entre " + str(i)
    if ( divisible == "no" ):
        return "es primo"
    else: return "no es primo"

```

Al ejecutar la función *primo* veremos lo siguiente:

```
primo(256)
es divisible entre 2
es divisible entre 4
es divisible entre 8
es divisible entre 16
es divisible entre 32
es divisible entre 64
es divisible entre 128
Out[15]: 'no es primo'
```

```
primo(257)
Out[16]: 'es primo'
```

En las clases de matemáticas, se explica a los alumnos que un número primo es el que no tiene divisores propios (mayores a 1). Los alumnos miran fijamente tratando de asimilar la idea. Después se les dan algunos ejemplos y ellos cambian la expresión mostrando un poco de distensión muscular. Pero cuando logran escribir un programa como el antecedente, que para cualquier número entero revisa uno por uno sus posibles divisores, entonces habrán entendido completamente la idea.

Otra ventaja de la programación es la posibilidad de combinar los programas. Si se tiene un programa sobre funciones y otro sobre matrices o gráficas, se combinan y crean uno que combine ideas de los otros para generar algo nuevo. Así, el lenguaje de programación se convierte en el equivalente a un juego de lego, con muchas piezas, las cuales pueden usarse para construir grandes edificios.

Además de la versatilidad y el poder de simulación de los lenguajes de programación, existe un paralelo entre el razonamiento matemático utilizado en las demostraciones y el que se usa para programar algoritmos. Cuando en una demostración uso la expresión: "para todo...", quiero decir que todos los elementos de un conjunto cumplen una propiedad.

En un lenguaje de programación esto es verificable utilizando una instrucción de tipo *for*, con la que se repite un procedimiento para cada uno de los elementos de un rango numérico especificado o para todos los elementos de un conjunto. Cuando en una demostración se verifica, caso por caso, una propiedad, estamos haciendo el equivalente computacional de una instrucción de tipo *case*, la cual escoge el bloque de instrucciones que deben ejecutarse, dependiendo del valor de alguna variable o expresión. Cada línea

de una demostración será una consecuencia lógica de las anteriores; en un programa, toda la información necesaria para la ejecución de una línea de código debe haberse definido y calculado en las líneas anteriores.

El razonamiento condicional se ejemplifica en un programa con una instrucción de tipo `if`, y así sucesivamente pueden encontrarse más paralelos entre ambos tipos de razonamiento. También es factible, desde luego, mostrar a los alumnos avanzados que es posible convertir los constructos computacionales en objetos matemáticos y probar matemáticamente sus propiedades (Nordström, Petersson y Smith, 1990).

## Programar para convivir

En cursos en los que se realizan proyectos multidisciplinarios que involucran tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la programación es un elemento de cohesión y diálogo entre las partes involucradas. El código es un material extremadamente versátil y ligero que puede modificarse, compartirse y transmitirse fácilmente: es texto. En equipos colaborativos, la posibilidad de escribir código y copiarlo facilita la subdivisión de las tareas y que cada parte escriba su fragmento de código, para después integrarlo al global.

Esta opción no sólo permite realizar un ejercicio de análisis a conciencia, sino también establecer una convivencia productiva entre los miembros del equipo. El código se convierte en el centro de actividad, es la masa que todos deben manipular. La programación, además de abrir la posibilidad de trabajo en conjunto en el equipo, extiende y posibilita de compartir a otras partes del planeta a través de la Internet. En la red global, la práctica de compartir software abierto es ya una realidad cotidiana.

Un ejemplo de esto ocurre en nuestro Seminario de Diseño, Comunicación y Tecnologías de la Información, que reúne a estudiantes de tres carreras: Diseño, Ciencias de la Comunicación y Tecnologías de la Información. En este seminario se busca una integración de los estudiantes de estos ámbitos diversos, de tal manera que todos desarrollen, en la medida de lo posible, un lenguaje común que les permita a la postre trabajar en proyectos donde sus habilidades se conjunten para fortalecer su actividad. Ellos desarrollan proyectos de fin de curso, en los cuales combinan sus intereses, relacionados precisamente con su carrera. Un ejemplo de este tipo de proyectos es una telenovela para redes sociales.

En dicho proyecto, los alumnos deben desarrollar una estrategia de comunicación que defina cómo se desarrolla la trama, con qué medios, cómo fun-

ción la interacción, cómo participa la audiencia, etc. También se elabora un diseño completo de la imagen, la forma de presentación, la tipografía, etc. El tercer componente es, por supuesto, el tecnológico. Los alumnos desarrollan una arquitectura global y programan alguna parte, dependiendo de la complejidad de la estructura generada.

Cada alumno tiene una especialidad, pero cada uno ha de participar también en las demás fases o partes del proyecto. La programación es un escenario en el que se puede discutir la funcionalidad de las tres disciplinas. Los alumnos que no son de Tecnologías de la Información, obtienen una ventana abierta al mundo de la informática que en la ría de ellos es completamente nueva. A través de esta área del conocimiento, pueden entender cómo funcionan los gráficos en la pantalla, el almacenamiento en discos locales y remotos, en la Internet, la interacción y muchos otros aspectos.

## Conclusiones

La programación es una práctica emblemática del mundo de la informática. Su origen data de los primeros años de las computadoras, en la década de los cincuenta (Labastida y Ruiz, coords., 2010). Toda aplicación, sistema operativo, controlador para periférico y cualquier otra función que realiza una computadora de propósito general o de otro tipo (teléfono inteligente, GPS, máquina industrial, piloto automático de un avión, etc.), es escrita originalmente por un grupo de personas como código (en editores de texto), en uno o varios lenguajes de programación.

En un principio, los lenguajes de programación eran difíciles de aprender, programar y mantener. Con el paso de los años, a pesar de que la complejidad de las computadoras ha aumentado, los lenguajes de programación han sido depurados para volverlos más accesibles y fácilmente manipulables. La industria de la informática ha intentado estandarizar las computadoras destinadas al público en general. Las máquinas de escritorio están diseñadas para realizar todas las tareas comunes en la Internet, además de las que son necesarias en una oficina. La mayoría de la gente utiliza sólo una pequeña fracción de las capacidades de estas herramientas.

Con la creciente insistencia de que es necesario enseñar a programar a los niños desde muy temprana edad, para que puedan contender con un mundo cada vez más informatizado, tendremos en las aulas universitarias alumnos con mejores capacidades de programación que los profesores debemos aprovechar.



Es posible ver que en el futuro próximo las computadoras seguirán evolucionando vertiginosamente como hasta ahora y que sumen capacidades inimaginables, pero no puedo ver aún algún indicio de que los lenguajes de programación dejarán de utilizarse. Por el contrario, es posible que la tendencia actual de desarrollar una Internet de las cosas, donde haya una mayor participación mayor de los objetos y herramientas en la Internet y una vinculación más estrecha entre el mundo virtual y el físico, a través de sensores y dispositivos que actúen en el mundo real, controlados a través de la red, que se diversifique la variedad de computadoras y se acentúe la necesidad de que los usuarios programen para poder utilizarlos y configurarlos.

La utilización de pequeñas computadoras, como Arduino, Rapsberry Pi, Wiring, BBC Microbit y otras, orientadas al sector educativo, pensadas para que los alumnos las programen y las conecten al mundo real a través de pequeños circuitos electrónicos, acrecentarán la relevancia de la programación para que la gente obtenga una alfabetización digital.

En este artículo he descrito una serie de experiencias con la programación en las aulas universitarias. Creo que muchas de las ideas descritas son aplicables a otro tipo de cursos, no necesariamente de carreras de computación. Asimismo creo que la programación es útil en la educación por las siguientes razones que resumen mi experiencia:

### *Pensamiento lógico*

Un programa de computadora es un texto. Su finalidad es describir un algoritmo y el lenguaje en el que se escribe posee una sintaxis y una gramática diseñadas para que el programa se traduzca a un lenguaje de máquina, ejecutable por una computadora. Esta última parte es importante, y será referida más abajo, pero, por lo pronto, hablaremos de la primera.

Un programa es un texto; es legible y comprensible por otra persona. Como todo texto, su elaboración requiere de un proceso de diálogo interno que obliga a la reflexión sobre el algoritmo que se describirá. Esto debido a que el lenguaje requiere orden, precisión, claridad, etc. Cada palabra y expresión matemática utilizada han de cumplir con una sintaxis precisa y cada línea podrá sucederse lógicamente de las anteriores. Un programa es una explicación detallada de cómo llevar a cabo una tarea para conseguir un fin y el proceso interno de reflexión para elaborarla depura significativamente la comprensión que se tiene de ésta.

## *Resolución de problemas*

La depuración descrita en la sección anterior es un proceso que resuelve un problema: el algoritmo programado es la solución y el proceso para crearlo es el mismo para hallarla. La programación, entonces, a través de su sintaxis, semántica y proceso de traducción al lenguaje de las máquinas impone un régimen estructural, dentro del cual se resuelve un problema.

Una situación similar ocurre con las demostraciones de teoremas en matemáticas: además de ser el método principal para extender el conocimiento matemático, las demostraciones establecen una estructura en la que la prueba se enmarcará; y el proceso de generar una que cumpla con las reglas deductivas obliga al interesado a observar un proceso de reflexión que lo conduce al dominio total del tema.

A diferencia del caso de la demostración matemática, el programa de computadora tiene, además, algo que la vuelve única: la computadora. Esta máquina que ejecuta los programas, genera retroalimentación al programador acerca de la corrección sintáctica del programa, pero también de la efectividad del algoritmo; cualidad que establece un diálogo creativo entre el programador que intenta resolver un problema y la computadora que ejecuta distintas versiones del programa. En sí, como en tantos otros ámbitos, termina siendo un proceso iterativo y experimental que requiere observación, análisis, experimentación, evaluación y repetición del proceso mismo.

## **Acervo de experiencia ilimitado**

Existe actualmente una cantidad enorme de programadores en la Internet. Quizás sea la comunidad en línea más activa en cuanto a cooperación y compartición desinteresada. Existen miles de documentos en todas las lenguas, así como foros de personas que resuelven dudas y problemas, en todos los niveles de complejidad, día a día, que hacen la vida y el aprendizaje de la programación mucho menos problemático de lo que parece a simple vista.

La programación es una actividad que —al igual que la escritura y la demostración de teoremas— obliga a un pensamiento sintético en el que la expresión de una idea para lograr algo evidencia un procedimiento (una demostración, un programa, un texto). Este proceso es valioso en términos educativos, ya que obliga a los estudiantes a generar un plan de acción completo y después probar que funciona. Ello requiere una profundización en el conocimiento de las técnicas y herramientas disponibles.

En contraste, cuando hay una interfaz gráfica, es frecuente seguir un pensamiento de búsqueda por medio del cual el usuario busca entre las opciones disponibles alguna que le sirva para obtener lo que quiere. Este proceso de pensamiento es más adecuado para experimentar con herramientas cuando no se tiene una idea clara de cómo resolver un problema y es necesario generar ideas. Empero, después de ensayar varias posibilidades y llegar a un producto útil, frecuentemente no es fácil lograr una reconstrucción de un proceso para llegar allí desde el principio y reflexionar acerca de cómo las técnicas y herramientas deben utilizarse.

Las aplicaciones de autoría, en las que la interfaz intenta exponer la mayor cantidad de herramientas disponibles, a veces al extremo de parecer una cabina de avión saturada de botones iluminados, no facilita el desarrollo de ideas abstractas acerca de los procesos de creación.

La programación es una modalidad de hacer un uso extensivo de todas las capacidades de las computadoras, nada está oculto o inaccesible en términos de opciones. Además, es como cualquier otro arte, ya sea tocar un instrumento musical, el dibujo a lápiz o la habilidad para cocinar: significa un crecimiento permanente y un desarrollo personal que dura toda la vida.

## Fuentes

Attaway, S. (2013). *MatLab: A Practical Introduction to Programming and Problem Solving*, 3ª ed. Ámsterdam: Elsevier-Butterworth-Heinemann (B/H).

BBC (2015). "Introducing the BBC Micro:bit", sec. "Make It Digital", en <<http://www.bbc.co.uk/programmes/articles/4hVG2Br1W1LKCmw8nSm9WnQ/introducing-the-bbc-micro-bit>>, consultada el 7 de octubre de 2015.

Centre for Computing History (2015). "BBC Computer Literacy Project-Computing History", en <<http://www.computinghistory.org.uk/det/7182/BBC-Computer-Literacy-Project/>>, consultada el 11 de octubre de 2015.

Evans, D. (2011). "The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything" (white paper). Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). Cisco, en <[http://www.iotsworldcongress.com/documents/4643185/0/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL+Cisco.pdf](http://www.iotsworldcongress.com/documents/4643185/0/IoT_IBSG_0411FINAL+Cisco.pdf)>.

González, R. (2015). *Python para todos*. España, Creative Commons, en <<https://launchpadlibrarian.net/18980633/Python%20para%20todos.pdf>>.

- Labastida, J. y R. Ruiz (coords.) (2010). *Enciclopedia de conocimientos fundamentales*, 5 vols. México: UNAM-Siglo XXI.
- Manber, U. (1989). *Introduction to Algorithms: A Creative Approach*. Reading, Mass: Addison-Wesley.
- Margolis, M. (2012). *Arduino Cookbook*, 2ª ed. Sebastopol, Calif: O'Reilly.
- Montfort, N.; P. Boudin, J. Bell, et .al (2013). *10 PRINT CHR\$(205.5+RND(1));:-GOTO 10*. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- Nordström, B., K. Petersson y J. M. Smith (1990). *Programming in Martin-Löf's Type Theory: An Introduction*. Oxford: Clarendon Press -Oxford University Press (International Series of Monographs on Computer Science, 7).
- O'Sullivan, D. y T. Igoe (2004). *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*. Boston: Thomson.
- One Laptop per Child (OLPC) (2015). <<http://one.laptop.org/>>, consultada el 6 de septiembre de 2015.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, 2a ed. Nueva York: Basic Books.
- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.
- Pérez, F. y B. E. Granger (2007). "IPython: A System for Interactive Scientific Computing", *Computing in Science and Engineering*, vol. 9, núm. 3: 21–29.
- Reas, Casey y B. Fry (2014). *Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists*, 2ª ed. Cambridge: The MIT Press.
- Rodríguez, M. A. (2010). *Computación física en secundaria*. Barcelona: Marf Books.
- Trueman, C.N. (2015) "The Personal Computer", The History Learning Site, 17 de marzo, en <<http://www.historylearningsite.co.uk/inventions-and-discoveries-of-the-twentieth-century/the-personal-computer/>>.
- The Raspberry Pi (2015). <<https://www.raspberrypi.org/>>, consultada el 7 de septiembre de 2015.

# Una plataforma web de tutoriales interactivos de apoyo a la docencia

Carlos Roberto Jaimez González\*

## Introducción

**E**n los últimos años, la educación se ha beneficiado con la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en sus procesos de enseñanza-aprendizaje, ejemplo de ello son las aplicaciones, herramientas y plataformas que varias universidades alrededor del mundo ofrecen para el aprendizaje en línea (Stahl, Koschmann y Suthers, 2006). Esta forma de educación utiliza recursos en línea y mecanismos de autoaprendizaje.

Los tutoriales son una técnica pedagógica muy utilizada en la enseñanza de diversos temas, ya que a través de una serie de instrucciones interconectadas persiguen abordar un tema en particular. Existen tutoriales disponibles en la web para diferentes áreas, sin embargo, los sitios que los proporcionan carecen de una plataforma para que los profesores creen sus propios tutoriales (Refsnes Data, 2015). Además, el contenido de los tutoriales está limitado en la mayoría de los casos a texto e imágenes únicamente, lo cual impide interactividad con los alumnos que los estudian.

En el plan de estudios de la Licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información (LTSI) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa (UAM-C 2015), se tienen unidades de enseñanza-aprendizaje (UEA) sobre lenguajes de programación y tecnologías web, como HTML, CSS, JavaScript, XML, XSL, Java, entre otros. Estos lenguajes de programación y tecnologías web requieren práctica e interactividad humano-computadora para dominarlos, debido a que es necesario escribir programas, compilarlos o interpretarlos, ejecutarlos y probarlos.

---

\* Profesor-investigador adscrito al Departamento de Tecnologías de la Información, UAM Cuajimalpa. C.e.: <cjaimez@correo.cua.uam.mx>.

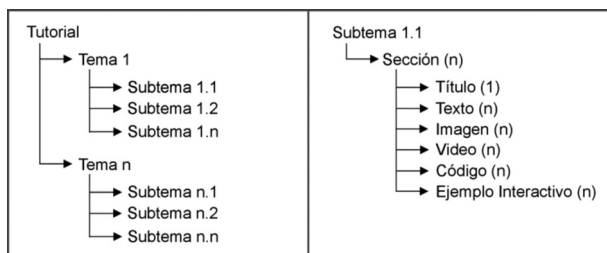
Dada la naturaleza del proceso de enseñanza de los lenguajes de programación y las tecnologías web, el cual se realiza a través de una serie de pasos (escribir, compilar, ejecutar y probar), los tutoriales son una técnica que funciona muy bien como complemento de las clases presenciales de estos temas. Debido a la carencia de plataformas o herramientas de autoría para crear tutoriales interactivos en línea, se diseñó e implementó, con apoyo de estudiantes de la LTSI, una plataforma web de autoría, la cual permite a los profesores crear sus propios tutoriales en línea con ejemplos interactivos, y a los alumnos estudiar los tutoriales creados (Jaimez, Sánchez y Zepeda, 2011). Las UEA de la LTSI para las que se han creado tutoriales son Programación de Web Estático, Programación de Web Dinámico, Integración de Sistemas y Estructuras de Datos. La plataforma web presentada en este capítulo se clasifica como herramienta de autoría, de acuerdo con la taxonomía propuesta en Peñalosa (2013).

El resto del capítulo presenta dos descripciones de experiencias: la utilización de la plataforma web de tutoriales interactivos por parte de profesores para crear un tutorial con diferentes elementos multimedia y la utilización de diferentes tutoriales por parte de los alumnos, junto con una descripción de algunos de los tipos de ejemplos interactivos que pueden realizar en los tutoriales creados por el profesor. Al final del capítulo se proporcionan las conclusiones.

## Descripción de la experiencia: creación de un tutorial

La plataforma web que se presenta en este capítulo permite a los profesores la creación de tutoriales en línea, con diferentes tipos de elementos multimedia, con una estructura y una secuencia definida. En la figura 1 se muestra la estructura y los elementos de un tutorial, en la cual se observa que puede estar compuesto de varios temas, cada uno de éstos puede tener varios subtemas, que a su vez se dividen en varias secciones. En cada sección hay un título de ésta; puede haber varios elementos multimedia mezclados en cualquier orden dentro de la sección: párrafos de texto, imágenes, videos, segmentos de código en algún lenguaje y ejemplos interactivos.

FIGURA 1. ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE UN TUTORIAL



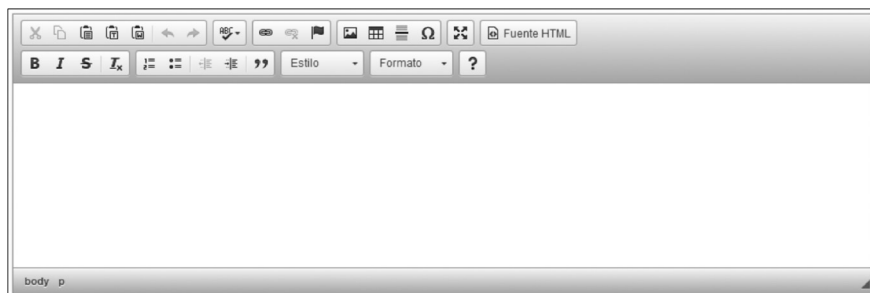
En la figura 2 se muestra una captura de pantalla de la plataforma web, en la que el profesor puede crear un tutorial; aquí se observan tres paneles: en el superior se accede a todos los tutoriales existentes en la plataforma, a los tutoriales creados por el profesor y se permite la creación de un nuevo tutorial; en el panel izquierdo se encuentra el contenido del tutorial, el cual es creado por el profesor; en esta figura se muestra como primer tema una Introducción, con dos subtemas: Lenguaje de marcado HTML y Etiquetas. En el panel de la derecha, el profesor proporciona el contenido del tema o subtema que haya seleccionado en el panel de la izquierda; como parte del tema o subtema, se le permite insertar una o más imágenes y varias secciones, a través de los botones Imagen y Sección, respectivamente; cada una de éstas puede contener varios de los elementos multimedia ya descritos, a través de los botones Texto, Video, Imagen, Código y Ejemplo Interactivo.

FIGURA 2. INTERFAZ PARA LA CREACIÓN DE UN TUTORIAL



Para introducir texto en una sección del tutorial, el profesor recurre al elemento multimedia identificado por el botón Texto de la figura 2, a través del cual se permite la captura de texto que será parte del contenido del tutorial. La interfaz para capturar texto se muestra en la captura de pantalla de la figura 3, donde el texto que se introduzca se enriquece con formato de negritas, cursivas, subrayado, entre otros. El propósito de insertar fragmentos de texto dentro de un tutorial es para proporcionar explicaciones e instrucciones que habrán de seguir los alumnos que estudien el tutorial una vez que esté terminado.

FIGURA 3. INTERFAZ PARA INSERTAR TEXTO EN UN TUTORIAL



Las imágenes se insertan también como parte del contenido de un tutorial. Esto se realiza a través del botón Imagen de la figura 2, el cual muestra la interfaz que se ilustra en la captura de pantalla de la figura 4, en la que el profesor debe seleccionar el archivo que será utilizado como imagen y proporcionar sus características: nombre, dimensiones y alineación en el tutorial. Las imágenes sirven como apoyo para ilustrar algún concepto dentro de un tutorial.

FIGURA 4. INTERFAZ PARA INSERTAR UNA IMAGEN EN UN TUTORIAL

Selecciónar archivo | imgJava.jpg

Nombre:

Descripción:

Dimensiones:

Altura:

Largo:

Alineación:

Como parte del tutorial, otros elementos multimedia añadibles son los videos, mediante el botón Video de la figura 2. En la figura 5, se observa una captura de pantalla con la interfaz para añadir un video al tutorial, en el que el profesor debe seleccionar el archivo de aquél y proporcionar un nombre, una descripción y sus dimensiones. Los videos permiten ilustrar o representar algún procedimiento que deba seguirse como parte del tutorial que el profesor está creando.

FIGURA 5. INTERFAZ PARA INSERTAR UN VIDEO EN UN TUTORIAL

Selecciónar archivo | Spartac...com.mp4

Nombre:

Descripción:

Tamaño: 94.57 MB

Dimensiones:

Alineación:

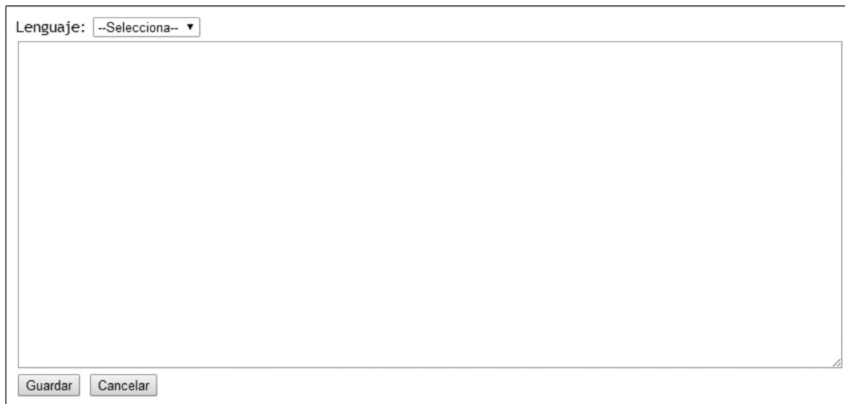
Etiquetas

En tutoriales de programación, es necesario colocar segmentos de código que ilustren algún algoritmo, procedimiento o función en un lenguaje de



programación; para ello se tiene el elemento multimedia, agregable a través del botón Código mostrado en la figura 2. La interfaz para capturar un segmento de código en el lenguaje de programación seleccionado se muestra en la captura de pantalla de la figura 6.

FIGURA 6. INTERFAZ PARA INSERTAR UN SEGMENTO DE CÓDIGO EN UN TUTORIAL

Una captura de pantalla de una interfaz de usuario. En la parte superior izquierda, hay un menú desplegable etiquetado "Lenguaje:" con el texto "--Selecciona--" y una flecha hacia abajo. Debajo del menú, hay un área de texto grande y vacía con un cursor de texto en la esquina inferior derecha. En la parte inferior izquierda, hay dos botones: "Guardar" y "Cancelar".

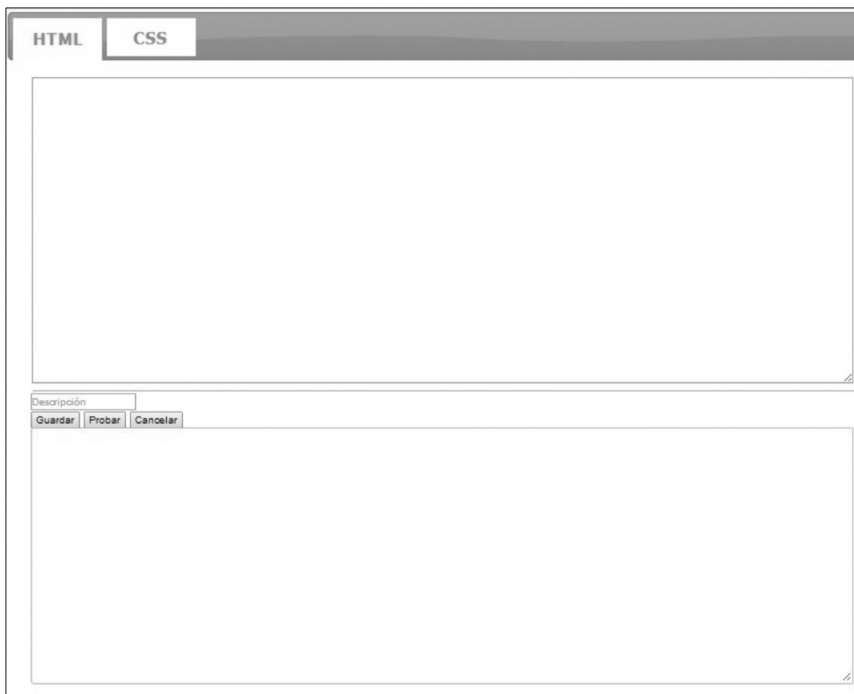
El profesor también puede insertar ejemplos interactivos como parte de un tutorial. Éstos son los elementos multimedia más interesantes e innovadores de la plataforma web, pues permiten al profesor introducir código en alguno de los lenguajes de programación o tecnologías web reconocidos por la plataforma. Un tutorial que incluya ejemplos interactivos permite a los alumnos ejecutarlos y ver el resultado de su ejecución de inmediato en la misma plataforma web. Enseguida se describen los tipos de ejemplos interactivos implementados en la plataforma y que pueden ser insertados por el profesor en un tutorial.

- **EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML:** permite al profesor introducir código en el lenguaje de marcado de hipertexto (Hypertext Markup Language, HTML, por sus siglas en inglés). Este tipo de ejemplo ilustra el uso de etiquetas HTML para crear el contenido y estructura de una página web.
- **EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML+CSS:** el docente introduce código en HTML y en el lenguaje para hojas de estilo en cascada (Cascading Style Sheets, CSS, por sus siglas en inglés). También se utiliza para ilustrar la creación de contenido con HTML y dar la presentación de una página web a través de estilos con CSS.
- **EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML+JAVASCRIPT:** aquí el profesor introduce código en HTML y en JavaScript, el cual es un lenguaje script basado en objetos, diseñado específicamente para hacer que las páginas web sean dinámicas e interactivas. Se utiliza para ilustrar la creación de contenido con HTML y hacer que una página web sea dinámica e interactiva, además de poder añadir validaciones a controles HTML.

- EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML+CSS+JAVASCRIPT: con éste el profesor añade código en HTML, CSS y JavaScript. Asimismo se emplea para ilustrar la creación de contenido con HTML, el manejo de estilos con CSS y el dinamismo e interactividad de una página web con JavaScript.
- EJEMPLO INTERACTIVO DE XML+DTD: el docente introduce código en el lenguaje de marcado extensible (Extensible Markup Language, XML por sus siglas en inglés) y para la definición de tipo de documento (Document Type Definition, DTD por sus siglas en inglés). XML es un lenguaje de marcado que permite la definición de lenguajes de marcado para propósitos particulares, mientras que un DTD permite definir las reglas que deben respetar documentos XML. Estos ejemplos sirven para ilustrar la validación de documentos XML respecto de las reglas establecidas en un DTD.
- EJEMPLO INTERACTIVO DE XML+XML SCHEMA: el profesor introduce código en XML y en XML Schema, el cual es un lenguaje para definición de esquemas con reglas que deben ser respetadas por documentos XML. Se utilizan asimismo para ilustrar la validación de documentos XML respecto de las reglas establecidas en un esquema XML.
- EJEMPLO INTERACTIVO DE XML+XSLT: aquí el profesor agrega código en XML y en el lenguaje de hojas de estilos extensible (Extensible Stylesheet Language, XSL, por sus siglas en inglés). Este tipo de ejemplo es utilizado para ilustrar la transformación de un documento XML mediante el uso del lenguaje de hojas de estilos extensible.
- EJEMPLO INTERACTIVO DE APPLETS: este ejemplo permite al profesor introducir un applet escrito en el lenguaje de programación Java, el cual es un componente ejecutable como aplicación de escritorio o en un navegador web. De igual modo se emplea para ilustrar la ejecución de un applet dentro de una aplicación web.

La figura 7 muestra una captura de pantalla con la interfaz del ejemplo interactivo de HTML+CSS, en el que el profesor introduce en la primera pestaña de la interfaz el código HTML; mientras que en la segunda se escribe el código CSS. La plataforma web permite al profesor conservar el ejemplo interactivo a través del botón Guardar, y probar la ejecución del ejemplo mediante el botón Probar. Una vez guardado el ejemplo interactivo, éste aparecerá en el tutorial que el alumno estudiará.

FIGURA 7. INTERFAZ PARA INSERTAR UN EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML+CSS



Cuando el profesor terminó con la creación de un tutorial, lo publica para que esté disponible para sus alumnos, quienes estudiarán el tutorial y practicarán con los ejemplos interactivos directamente en la plataforma web.

Cabe señalar nuevamente que la plataforma web aquí presentada es una herramienta de autoría, ya que permite crear, publicar y gestionar el contenido de los tutoriales como materiales educativos en línea. Con esta plataforma no es necesario que los profesores tengan conocimientos de creación de páginas web para la publicación de su tutorial en línea, ya que la plataforma se encarga de realizar la generación de páginas web automáticamente.

En la figura 8 se muestra una captura de pantalla con un fragmento de la interfaz de un tutorial que ya ha sido creado y publicado a través de la plataforma web. Se observa el contenido del tutorial en el panel izquierdo con dos temas, los cuales tienen, a su vez, varios subtemas. En el panel del lado derecho, se muestra el contenido de uno de los subtemas, N-D Primitive Arrays, que contiene la sección Overview, con dos elementos de texto, y la sección The Test MultiArray Class, con un elemento de texto y dos fragmentos de código, uno en el lenguaje de programación Java y otro en el lenguaje de programación C#.

FIGURA 8. TUTORIAL TERMINADO Y PUBLICADO CON LA PLATAFORMA WEB

<p><b>About WOX</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>What is WOX?</li> <li>Download</li> <li>News</li> </ul> <p><b>Using WOX</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Quick look</li> <li>Data types mapping</li> <li>Primitives</li> <li>1-D Primitive Arrays</li> <li><b>N-D Primitive Arrays</b></li> <li>Object Arrays</li> <li>Lists</li> <li>Maps</li> <li>References</li> <li>JavaDoc WOX</li> </ul>	<h2>N-D Primitive Arrays</h2> <hr/> <h3>Overview</h3> <p>This section covers multi-dimensional primitive arrays. Multi-dimensional primitive arrays can be serialized as stand-alone arrays, as shown in the <a href="#">1-D Primitive Arrays</a> section, or as part of a class.</p> <p>We mentioned in the previous section that primitive arrays are treated differently from object arrays, because they are serialized in a more efficient way. We will show you how multi-dimensional arrays are serialized when they are declared inside a class (as fields). The code is provided in Java and C#.</p> <hr/> <h3>The TestMultiArray class</h3> <p>The TestMultiArray class has only one field, which is a 2-dimensional array of int.</p> <pre>//Java public class TestMultiArray {     private int[][] matrix; }  //C# public class TestMultiArray {     private int[][] matrix; }</pre>
---	--

## Descripción de la experiencia: estudio de tutoriales creados

La plataforma web permite a los alumnos estudiar únicamente los tutoriales terminados a los que se les haya dado acceso por parte del profesor mediante una clave. Los alumnos estudian un tutorial de manera secuencial, revisando cada uno de los temas, o saltan a temas particulares del tutorial de acuerdo a lo que deseen revisar.

Los tutoriales actualmente creados apoyan algunos de los temas del contenido sintético de las siguientes UEA de la LTSI: Programación de Web Estático, Programación de Web Dinámico, Integración de Sistemas y Estructuras de Datos. Enseguida se presentan algunos ejemplos interactivos incluidos en los tutoriales de las UEA ya citadas.

### *Ejemplos interactivos del tutorial para la UEA de Programación de Web Estático*

En el caso de la UEA de Programación de Web Estático, perteneciente al segundo trimestre, de acuerdo al plan de estudios de la LTSI, su objetivo general es conocer y utilizar los principios básicos del funcionamiento de las aplicaciones web estáticas, además de las tecnologías disponibles para su desarrollo. Los lenguajes utilizados en esta UEA son HTML y CSS, por lo que el tutorial correspondiente cubre temas del contenido sintético, por ejemplo, etiquetas de formato de texto, para tablas, imágenes, hipervínculos y anclas, etiquetas para mapas de imágenes, utilización de estilos para presentación de páginas web, entre otros.

En la figura 9 se presenta una captura de pantalla con un ejemplo interactivo de HTML, en el que se muestra en el área de texto superior el código HTML

requerido para crear una tabla en HTML; mientras que en el área de texto inferior se muestra el resultado de la interpretación del código HTML en un navegador web, que, en este caso, representa una tabla con varias columnas y celdas.

Conviene señalar que los ejemplos interactivos mostrados en estas secciones ya se encuentran incluidos en el contenido del tutorial que los alumnos estudian, con el código que el profesor haya capturado. Los ejemplos interactivos son ejecutados o interpretados directamente dentro la plataforma web, y su resultado se visualiza inmediatamente en la plataforma. Esta forma de funcionamiento permite al alumno practicar con los ejemplos, sin salir de la plataforma web, al mismo tiempo que puede modificarlos y observar el resultado de su ejecución inmediatamente al presionar el botón Probar.

FIGURA 9. EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML CON LA CREACIÓN DE UNA TABLA



The screenshot shows an interactive HTML editor interface. At the top, there is a header labeled "HTML". Below it, a text area contains the following HTML code:

```
<h1>Tabla con expansión de celdas.</h1>
<table border="1">
  <tr>
    <td colspan="4">Autos</td>
  </tr>
  <tr>
    <td rowspan="2">Jetta</td>
    <td>Trendline</td>
    <td>2008</td>
    <td>150000</td>
  </tr>
  <tr>
    <td>Europa</td>
    <td>2005</td>
    <td>110000</td>
  </tr>
  <tr>
    <td rowspan="2">Pointer</td>
    <td>GLS</td>
    <td>2007</td>
    <td>93000</td>
  </tr>
  <tr>
    <td>GTI</td>
    <td>2003</td>
    <td>71000</td>
  </tr>
</table>
```

Below the code area, there is a "Descripción" field and three buttons: "Guardar", "Probar", and "Cancelar". The "Probar" button is highlighted. Below the buttons, the rendered output is displayed, showing the title "Tabla con expansión de celdas." and a table with the following data:

Autos			
Jetta	Trendline	2008	150000
	Europa	2005	110000
Pointer	GLS	2007	93000
	GTI	2003	71000

Como parte del tutorial que estudian los alumnos, se les solicita la modificación del código del ejemplo interactivo. Por ejemplo, tomando el ejemplo interactivo de la figura 9, se solicita a los alumnos que modifiquen el código proporcionado, para que agreguen un renglón a la tabla y verifiquen que lo hayan hecho correctamente, ejecutando de nueva cuenta el código en la plataforma y visualizando el resultado en el panel inferior.

La ventaja de elaborar estos ejemplos en la plataforma es que los alumnos ejecutan todo directamente en ésta y no necesitan cambiar de herramienta ni ambiente de desarrollo, como comúnmente ocurre con la mayoría de los tutoriales en la web actuales, pues carecen de interactividad con los alumnos. Si no se pudiera visualizar el resultado de la ejecución del ejemplo interactivo en la plataforma web, el alumno tendría que crear un archivo de texto plano, guardarlo con la extensión .html y, posteriormente, abrirlo en un navegador web para visualizar el resultado.

Continuando con el tutorial que apoya la UEA de Programación de Web Estático, en la figura 10 se muestra una captura de pantalla de un ejemplo interactivo de HTML+CSS, con código HTML en la primera pestaña y código CSS en la segunda. La pestaña de HTML del ejemplo interactivo contiene el código necesario para elaborar una tabla, mientras que la segunda pestaña contiene el código CSS para aplicar estilos a dicha tabla. A los alumnos se les solicita ejecutar el ejemplo interactivo mediante el botón Probar, para visualizar el resultado de la aplicación de estilos al código HTML, que se muestra en el panel inferior del ejemplo interactivo de la figura 10.

FIGURA 10. EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML+CSS  
CON LA APLICACIÓN DE ESTILOS CSS A UNA TABLA HTML

The screenshot shows an interactive editor with two tabs: 'HTML' and 'CSS'. The 'CSS' tab is active, displaying the following code:

```
table
{
  font-family:Arial, Helvetica, sans-serif;
  border-collapse:collapse;
}
td, th
{
  font-size:20px;
  border:1px solid green;
  /* top, righth, bottom, left */
  padding:5px 10px 5px 10px;
}
th
{
  font-size:30px;
  text-align:left;
  padding-top:5px;
  padding-bottom:4px;
}
```

Below the code editor, there is a 'Descripción' field and three buttons: 'Guardar', 'Probar', and 'Cancelar'. The 'Probar' button is highlighted. Below the buttons, a table is rendered with the following data:

Nombre	Apellido	País
Carlos	Jaimez	México
Maria	Fasli	Grecia
Simon	Marks	Inglaterra
Edward	Reynolds	Canadá

Al igual que con la figura 9, para este ejemplo se pide a los alumnos modificar el código de ambos lenguajes para obtener un resultado en particular; por ejemplo, cambiar el color y tipo de la letra, o el color de fondo de las celdas. Esto permite a los alumnos experimentar con el código de ambos lenguajes, a la vez que visualizan el resultado de sus modificaciones en la misma plataforma web.

Aquí, la ventaja de contar con la plataforma web es evitar que el alumno elabore ambos archivos de texto fuera de la plataforma: el HTML y el CSS, para después abrirlos en un navegador web. En el tutorial creado ex profeso para apoyar la enseñanza de algunos temas de la UEA de Programación de Web Estático, se incluyen varios ejemplos interactivos de HTML y HTML+CSS, y se trabaja para incluir, de igual manera, un generador de páginas web en línea (Jaimez y Vargas, 2013).

### ***Ejemplos interactivos del tutorial para la UEA de Programación de Web Dinámico***

Los objetivos generales de la UEA de Programación de Web Dinámico, correspondiente al séptimo trimestre del plan de estudios de la LTSI, son conocer las diferentes tecnologías para desarrollar una aplicación web generada dinámicamente, así como analizar y diseñar aplicaciones web dinámicas, tanto en la parte cliente en un navegador web, como en un servidor web. Los lenguajes utilizados en esta UEA son HTML, CSS, JavaScript, y Java Server Pages (JSP), por lo que el tutorial correspondiente cubre temas del contenido sintético, por ejemplo, introducción a JavaScript y al modelo de objetos de documento (Document Object Model, DOM, por sus siglas en inglés), acceso a elementos HTML, manejo de eventos, generación de contenido dinámico, entre otros.

En la figura 11, en la captura de pantalla, se observa un ejemplo interactivo de HTML+JavaScript, en el que se advierten los objetivos de la UEA y se permite que se expandan y colapsen (aparezcan y desaparezcan). En la primera pestaña, se proporciona el código HTML; en la segunda, el código JavaScript para este ejemplo interactivo.

La pestaña de HTML contiene el código necesario para visualizar la página web y hacer las llamadas correspondientes a las funciones JavaScript ubicadas en la segunda pestaña; mientras que en ésta se encuentra el código JavaScript para las funciones que permiten expandir y colapsar los objetivos mostrados en la página web del ejemplo interactivo. A los alumnos se les pide ejecutar el ejemplo interactivo a través del botón Probar para visualizar el resultado, ubicado en el panel inferior de la figura 11. En el resultado del ejemplo, el alumno interactúa con la página web generada en el panel

inferior, dando click en cada uno de los objetivos para que se expandan o colapsen, lo cual se realiza por medio de la modificación dinámica de contenido con JavaScript.

FIGURA 11. EJEMPLO INTERACTIVO DE HTML+JAVASCRIPT, CON LA MODIFICACIÓN DINÁMICA DE CONTENIDO HTML

The screenshot shows a web editor interface with two tabs: 'HTML' and 'JavaScript'. The 'JavaScript' tab is active, displaying the following code:

```
function mostrar(tagObj, tagImg, tipo){
  if (mostrado==1){
    var imagen = document.getElementById(tagImg);
    imagen.src="menos.jpg";
    var objGeneral = document.getElementById(tagObj);
    objGeneral.style.display = "block";
    mostrado=0;
  }
  else{
    var imagen = document.getElementById(tagImg);
    imagen.src="mas.jpg";
    var objGeneral = document.getElementById(tagObj);
    objGeneral.style.display = "none";
    mostrado=1;
  }
}
```

Below the code editor, there is a 'Descripción' section with buttons for 'Guardar', 'Probar', and 'Cancelar'. The content area displays the following text:

UEA de Web Dinamico

– Objetivo General

- Conocer las diferentes tecnologías para desarrollar una aplicación web generada dinámicamente.
- Analizar y diseñar aplicaciones de web dinámicas.

– Objetivos Especificos

- Conocer las diferentes tecnologías para desarrollar una aplicación web generada dinámicamente.
- Analizar y diseñar aplicaciones de web dinámicas.

Este ejemplo es más interactivo que los anteriores, ya que JavaScript se incorpora para dar dinamismo e interactividad a las páginas web. De igual manera que en los ejemplos interactivos anteriores, en el tutorial se solicita al alumno realizar cambios al código de ambos lenguajes y verificar que sus modificaciones sean las solicitadas en el tutorial. El alumno es libre de modificar el código cuantas veces sea necesario, hasta llegar al resultado requerido, que ha de visualizarse en el panel inferior del ejemplo interactivo.

En el caso anterior, es más evidente la ventaja de tener la plataforma web para evitar que el alumno elabore diversos archivos de texto fuera de la plataforma: un archivo HTML, un archivo CSS y un archivo JavaScript. En el tutorial creado para apoyar la enseñanza de algunos temas de la UEA de Programación de Web Dinámico, se incluyen varios ejemplos interactivos de HTML+JavaScript y HTML+CSS+JavaScript.



## Ejemplos interactivos del tutorial para la UEA de Integración de Sistemas

La UEA de Integración de Sistemas se cursa en el octavo trimestre del plan de estudios de la LTSI, cuyo objetivo general es conocer los principales problemas emanados de la integración de distintos sistemas de información, destacando los aspectos referentes a la fusión de sus datos, su compleción funcional e interoperabilidad. Los lenguajes y tecnologías utilizados en esta UEA son HTML, XML, DTD, XML Schema, XSLT, parsers y servicios web, por lo que el tutorial correspondiente cubre temas del contenido sintético tales como: creación de documentos XML, creación de DTD, validación de documentos XML contra DTD, creación de esquemas XML, validación de documentos XML contra esquemas XML, creación de documentos XML mediante diferentes parsers, entre otros.

En la figura 12 se observa una captura de pantalla con un ejemplo interactivo de XML+XSLT, con el código XML en la primera pestaña y el código XSLT en la segunda. Se pide a los alumnos ejecutar el ejemplo interactivo con el botón Probar para visualizar el resultado, que se muestra en el panel inferior de dicha figura 12. El resultado de este ejemplo es la transformación de un documento XML a través de uno XSLT que contiene instrucciones para generar código HTML con una tabla, que tiene colores en algunas de sus celdas, de acuerdo a ciertas condiciones especificadas en la transformación.

FIGURA 12. EJEMPLO INTERACTIVO DE XML+XSLT CON LA MODIFICACIÓN DE UN DOCUMENTO XML MEDIANTE XSLT

The screenshot shows an interactive interface for XML+XSLT transformation. At the top, there are two tabs: 'XML' and 'XSLT'. The 'XSLT' tab is active, displaying the following XSLT code:

```
<xsl:output method="html"/>
<xsl:template match="/">
  <html>
    <body>
      <h2>Autos seminuevos</h2>
      <table border="1">
        <tr bgcolor="#9acd32">
          <th>Marca</th>
          <th>Modelo</th>
          <th>Año</th>
          <th>Precio</th>
        </tr>
        <xsl:for-each select="catalogo/auto">
          <tr>
            <td><xsl:value-of select="marca"/></td>
            <td><xsl:value-of select="modelo"/></td>
            <td><xsl:value-of select="anio"/></td>
            <xsl:choose>
              <xsl:when test="precio > 150000">
                <td bgcolor="red">
                  <xsl:value-of select="precio"/></td>
              <xsl:when
```

Below the code, there are buttons for 'Descripción', 'Guardar', 'Probar', and 'Cancelar'. The 'Probar' button is highlighted. The bottom part of the interface shows the resulting HTML output as a table titled 'Autos seminuevos'.

Año	Marca	Modelo	Precio	Combustible	Ciudad
2004	Renault	Laguna	120000	gasolina	Queretaro
2005	Ford	Ka	100000	gasolina	Durango
2006	Honda	Civic	155500	gasolina	Zacatecas
2006	Volkswagen	Beetle	143000	gasolina	Sonora
2007	Toyota	Yaris	130000	gasolina	Sinaloa
2008	Volkswagen	Jetta	152000	gasolina	DF
2008	Honda	Civic	189000	gasolina	DF

Una vez ejecutado este ejemplo, se solicita al alumno que modifique el código en ambas pestañas; por ejemplo, se le pide que añada más elementos XML con autos de diferentes características en la pestaña de XML; mientras que en la pestaña de XSLT se le solicitaría que cambie la transformación para generar esa misma tabla, pero ahora coloreando las celdas que correspondan al estado de Sinaloa y los autos cuyo precio sea mayor a 160,000 pesos. El alumno modifica el código y prueba tales cambios al ejecutarlo directamente en la plataforma web, hasta obtener el resultado solicitado, que se debe visualizar en el panel inferior del ejemplo interactivo.

Este ejemplo también evidencia la ventaja de contar con esta plataforma web para evitar que el alumno elabore diversos archivos de texto fuera de la plataforma. Además, en estos ejemplos interactivos de XML+XSLT el alumno necesita de un programa externo para realizar la transformación y ver el resultado, lo cual no es necesario hacer con este tutorial, ya que el programa externo reside en el servidor web, donde está instalada su plataforma, haciendo transparente el uso para los alumnos.

En el tutorial creado ex profeso para apoyar la enseñanza de algunos temas de la UEA de Integración de Sistemas, se incluyen varios ejemplos interactivos de XML+DTD, XML+XMLSchema y XML+XSLT.

### ***Ejemplos interactivos del tutorial para la UEA Estructuras de Datos***

La UEA de Estructuras de Datos se ubica en el tercer trimestre del plan de estudios de la LTSI, entre cuyos objetivos generales se encuentra conocer y utilizar los diferentes tipos de datos abstractos (TDA), como listas, pilas, colas, árboles, así como sus representaciones (en memoria estática y dinámica), además de conocer, programar y utilizar técnicas de ordenamiento y búsqueda. Los principales lenguajes empleados en esta UEA son C, C++ y Java. El tutorial correspondiente a esta UEA sólo cubre los temas del contenido sintético que se refieren a los TDA pila, cola y cola circular.

En la figura 13 se muestra una captura de pantalla, con un ejemplo interactivo de applet, de manera dinámica, con un ejemplo de la vida cotidiana: el funcionamiento del tipo de dato abstracto cola, con el cual el alumno interactúa mediante la creación de instancias del TDA, ejecutando el conjunto de operaciones definido sobre éste. En dicho ejemplo interactivo se les solicita a los alumnos ejecutarlo través del botón Crear para elaborar el TDA cola de tamaño cuatro; en la figura se observa una cola (ya creada) con cuatro espacios en memoria, representados por las cajas de regalo, que inicialmente están vacías cuando la cola se creó.

La mecánica de la animación de este applet se describe a continuación. El alumno que utiliza el applet del TDA cola realiza las operaciones de encolar y desencolar, a través de los botones ubicados en la parte inferior. La operación encolar pone en acción a la persona, que camina hasta el primer espacio de memoria disponible de la cola y encola el elemento, que se representa por el cambio de imagen de la caja de regalo vacía, a la caja de regalo llena, simulando que la persona ha depositado un regalo en la caja.

En este caso, la operación encolar se ejecuta únicamente cuatro veces, pues en ese ejemplo existen cuatro espacios de memoria disponibles. Cabe señalar que en una cola no es posible encolar elementos en espacios de memoria que ya han sido previamente ocupados (elementos ya desencolados).

La operación desencolar pone en acción a la persona, que camina hasta el primer espacio de memoria lleno de la cola y desencola ese elemento, lo cual se representa por el cambio de imagen de la caja de regalo llena, a la caja de regalo abierta, simulando que la persona ha sacado el regalo de la caja.

Una vez concluida la ejecución de este ejemplo interactivo, en el tutorial se le solicita al alumno que elabore otro TDA cola con un tamaño diferente, seguido de las operaciones encolar y desencolar, para que observe el funcionamiento del TDA, tanto en la animación como en la representación de memoria que se muestra en ésta.

**FIGURA 13. EJEMPLO INTERACTIVO DE APPLLET DEL FUNCIONAMIENTO DEL TIPO DE DATO ABSTRACTO COLA MEDIANTE UNA ANIMACIÓN**



En el tutorial elaborado para apoyar la enseñanza de algunos temas de la UEA de Estructuras de Datos, se incluyen otros ejemplos interactivos de applets para representar los TDA pila y cola circular, que inicialmente se diseñaron e implementaron de manera independiente, los cuales se pueden consultar en García *et al.* (2015).

## Conclusiones

En este trabajo se presentó una plataforma web de autoría que permite generar tutoriales interactivos en línea, diseñada y desarrollada con el apoyo de alumnos de la Licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información de la UAM Cuajimalpa, la cual se utiliza en algunas de las UEA de dicha universidad, para apoyar la enseñanza de diferentes temas de programación, principalmente.

Asimismo, se presentó la manera de utilizar la plataforma web para crear un tutorial por parte del profesor, quien puede incluir diferentes elementos multimedia: texto, imágenes, videos, fragmentos de código y ejemplos interactivos. Estos últimos son los elementos más interesantes e innovadores de la plataforma web, pues permiten al profesor introducir código en alguno de los lenguajes de programación o tecnologías web reconocidos por la plataforma; una vez concluido el tutorial, permiten ejecutarlos y visualizar el resultado de su puesta en marcha, de manera inmediata, en la misma plataforma web, lo cual beneficia la interacción entre ésta y el alumno.

También se presentaron varios ejemplos interactivos implementados en la plataforma web, disponibles para que los profesores elaboren sus ejemplos en los tutoriales, y para que los estudiantes los experimenten, mediante su ejecución, permitiéndoles también modificarlos y ejecutarlos cuantas veces sea necesario para lograr el objetivo del tema particular del tutorial.

Cabe decir que esta plataforma web apoya la enseñanza y práctica de algunos de los temas de las UEA de la LTSI, pero de ninguna manera intenta reemplazar la educación presencial, fundamental en cualquier curso de licenciatura.

Finalmente, cabe subrayar que, aunque esta plataforma web se ha utilizado sólo en las UEA de la LTSI, es posible crear tutoriales para otros temas de licenciaturas diferentes.

## Fuentes

- García-Mendoza, B. et al. (2015). "Diseño e implementación de applets como material didáctico de apoyo para cursos de estructuras de datos", *Pistas Educativas*, núm. 112: 530-551.
- Jaimez-González, C. y R. Vargas-Rodríguez (2013). "Web Page Generator: An Online Tool for Supporting Web Programming Courses", *Journal of Research in Computing Science, Advances in Computing Science*, vol. 67: 23-32.
- Jaimez-González, C., C. Sánchez-Sánchez y J. Zepeda-Hernández (2011). "Creating and Administering Interactive Online Tutorials and Performance Evaluation Tests Through a Novel Web Platform", *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSSE)*, vol. 2, núm. 3: 447-455.
- Peñalosa, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. México: Pearson.
- Refsnes Data (2015). "Online Web Tutorial", en <<http://www.w3schools.com>>.
- Stahl, G., T. Koschmann y D. Suthers (2006). "Computer-supported Collaborative Learning: A Historical Perspective", en R.K. Sawyer (ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 409-426.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2015). "Plan de Estudios de la Licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información". México: UAM Cuajimalpa, en <<http://hermes.cua.uam.mx/archivos/PlandeEstudioTSI.pdf>>.



## Sobre los autores

EDUARDO PEÑALOSA CASTRO. Licenciado, Maestro y Doctor en Psicología Educativa y del Desarrollo por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es profesor-investigador en el Departamento de Ciencias de la Comunicación y Diseño de la Unidad Cuajimalpa de la UAM. Ha publicado libros y artículos especializados en las áreas de cognición, aprendizaje complejo y educación mediada por tecnologías. Cuenta con el nombramiento de investigador nacional en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y otras distinciones derivadas de su trabajo de investigación. Ha sido asesor en instituciones de educación superior y ha coordinado el desarrollo de sistemas y contenidos digitales de aprendizaje.

GREGORIO HERNÁNDEZ ZAMORA. Sociólogo por la UNAM. Maestro en Ciencias con especialidad en Educación por el DIE-Cinvestav. Doctor en Lengua y Cultura Escrita por la Universidad de California, en Berkeley. Profesor investigador del Departamento de Estudios Institucionales de la Unidad Cuajimalpa de la UAM. Ha publicado textos académicos, periodísticos y educativos sobre temas de cultura escrita, nuevas tecnologías, educación y migración. Miembro del SNI. Cuenta con Perfil Deseable DSA-SEP (antes Promep) y Comie.

HERIBERTO ZAVALA MORALES. Licenciado en Informática por la Universidad Veracruzana. Maestro en Ciencias de la Computación y especialista en Arquitecturas Avanzadas de Computadoras por el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA). Responsable del proyecto de Educación a Distancia en la UAM Cuajimalpa. Su ámbito de trabajo e intereses se ubican en la educación mediada por computadora, el trabajo colaborativo, la innovación en el uso y aplicación las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la interoperabilidad de aplicaciones, las redes de computadoras, Internet y la web.

ESTHER MORALES FRANCO. Licenciada en Administración, Maestra y Doctora en Estudios Organizacionales por la UAM Azcapotzalco. Profesora investigadora del Departamento de Estudios Institucionales de la Unidad Cuajimalpa de la UAM. Coordinadora del nodo Sustentabilidad y Responsabilidad Social en las Organizaciones de la Red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales. Sus líneas de investigación

son institucionalización de la responsabilidad social en las organizaciones; retos éticos en las nuevas formas de gestión del trabajo y desarrollo y análisis de nuevas formas de docencia universitaria a través del uso de las TIC. Reconocida con la medalla al mérito universitario por su desempeño académico en la licenciatura, maestría y doctorado. Cuenta con perfil deseable DSA-SEP (antes Promep).

ARTURO ROJO DOMÍNGUEZ. Licenciado en Química, Maestro en Ciencias y Doctor en Biofísicoquímica por la UAM Iztapalapa. Estancia de Investigación en el Departamento de Química de la Universidad de Cambridge, Inglaterra. Líneas de investigación en estructura, función y reconocimiento entre biomoléculas, en particular de proteínas; diseño de fármacos asistido por computadora; espectroscopía y calorimetría de biomoléculas. Fundador del Área de Biofísicoquímica en la Unidad Iztapalapa y del Departamento de Ciencias Naturales en la Unidad Cuajimalpa, a la que actualmente está adscrito como Profesor Titular C. Rector de esa Unidad Académica de 2009 a 2013. Miembro del SNI, nivel 3, en el Área de Ciencias Físico-Matemáticas y de la Tierra. Cuenta con perfil deseable DSA-SEP (antes Promep). Premio a la Docencia y Premio Rosenkranz de Investigación Médica.

MARÍA DEL CARMEN GÓMEZ FUENTES. Ingeniera en Electrónica de la UAM. Maestra y Doctora en Ciencias (Computación) por la UNAM. Profesora-investigadora en el Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la UAM Cuajimalpa. Sus líneas de investigación son métodos numéricos y desarrollo de software para la solución de problemas científicos, así como la investigación de principios pedagógicos, creación de cursos interactivos, sistemas de SW y libros. Recibió el Premio a la Docencia.

KAREN SAMARA MIRANDA CAMPOS. Licenciada en Informática por la UNAM. Maestra en Ciencias y Tecnologías de la Información por la UAM Iztapalapa. Doctora en Computación por la Universidad de Lille 1, en Francia. En 2014, realizó una estancia posdoctoral en el Inria Lille-Nord Europe en Francia. Profesora visitante en el Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la UAM Cuajimalpa. Sus intereses de investigación se centran en el diseño y evaluación de protocolos para las redes de sensores y redes de relevos móviles.

NORA A. MORALES ZARAGOZA. Licenciada en Diseño Gráfico por la Universidad Iberoamericana, sede ciudad de México. Maestra en Diseño de Información por la Universidad de las Américas, Puebla. Profesora-investigadora Titular "C" en el Departamento de Teoría y Procesos de Diseño de la UAM Cuajimalpa. Su investigación se centra en la visualización



de datos, los métodos centrados en el humano para fomentar la cultura participativa, así como la gestión del conocimiento y la innovación. Recibió el Premio a la Docencia en la UAM Cuajimalpa en 2013.

MARIANA MORANCHEL POCATERRA. Licenciada en Derecho por la UNAM y en Antropología Social y Cultural por Universidad Complutense de Madrid (UCM). Maestra en Docencia Jurídica por la Universidad La Salle, A.C. Doctora en Derecho por la UCM. Profesora-investigadora en el Departamento de Estudios Institucionales de la UAM Cuajimalpa. Sus líneas de investigación se centran en la Historia del Derecho, Derecho Romano, Rescate y Digitalización de Fuentes Históricas y el uso y apropiación de las TIC en la enseñanza universitaria. Responsable del cuerpo académico Derecho, Administración e Instituciones. Miembro del SNI, cuenta con perfil deseable DSA-SEP (antes Promep).

FERNANDA VÁZQUEZ VELA. Licenciada en Relaciones Internacionales por la UNAM. Maestra y Doctora en Estudios de Asia y África, especialidad en Sur de Asia por El Colegio de México. Profesora-investigadora visitante en el Departamento de Ciencias Sociales de la UAM Cuajimalpa, y miembro del cuerpo académico Identidad, Modernidad y Multiculturalismo. Sus líneas de investigación son conflictos étnicos y religiosos, así como memoria, identidad, género y violencia, desde una perspectiva de Antropología del Estado. Miembro del SNI, nivel C.

ALEJANDRA GARCÍA FRANCO. Ingeniera Química y Doctora en Pedagogía por la UNAM. Realizó una estancia de investigación en la Facultad de Educación de Cambridge, Inglaterra, y otra en el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM. Sus líneas de investigación son la educación científica intercultural, el uso de la escritura como herramienta para el aprendizaje de las ciencias y el diseño de secuencias de aprendizaje y enseñanza. Miembro del SNI, nivel I, y Premio a la Docencia en la UAM Cuajimalpa en 2014.

MARCO AURELIO JASO SÁNCHEZ. Licenciado en Economía y Maestro en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico por la UAM Xochimilco. Doctor en Políticas para Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) por la Universidad de Manchester, Reino Unido. Adscrito al Departamento de Estudios Institucionales de la UAM Cuajimalpa. Entre sus líneas de investigación se encuentran: análisis institucional de la perspectiva tecnológica; gobernanza del sistema de ciencia, tecnología e innovación en México; y evaluación de programas para CTI. Es responsable del cuerpo académico Gestión del Conocimiento y Políticas de CTI. Cuenta con Perfil Deseable DSA-SEP (antes Promep).

AUREOLA QUIÑÓNEZ SALCIDO. Licenciada en Economía por la UAM Azcapotzalco. Doctora en Finanzas Públicas por la Universidad Veracruzana, zona Xalapa. Profesora-investigadora en el Departamento de Estudios Institucionales de la UAM Cuajimalpa. Sus líneas de investigación son el gasto público en el sector agrícola y en fomento a la educación, investigación e innovación tecnológica; además de la incorporación de la investigación y las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

ÉDGAR VÁZQUEZ CONTRERAS. Biólogo. Maestro en Investigación Biomédica Básica, Doctor en Ciencias Bioquímicas por la UNAM. Profesor-investigador Titular "C", adscrito al Departamento de Ciencias Naturales e Ingeniería, donde participó en la elaboración del plan de estudios de la Licenciatura en Biología Molecular. Actualmente imparte en la UEA del tronco común, Formación básica y profesionalizantes. Sus líneas de investigación incluyen estudios sobre el plegamiento de proteínas relacionadas con enfermedades parasitarias y neurodegenerativas.

SALOMÓN GONZÁLEZ ARELLANO. Arquitecto, con Maestría en Arquitectura y Urbanismo; Doctor en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Regional por la Universidad Laval, Quebec, Canadá. Profesor-investigador del Departamento de Ciencias Sociales y docente en la Licenciatura en Estudios Socioterritoriales y del Posgrado en Ciencias Sociales de la UAM Cuajimalpa. Miembro del Laboratorio en Análisis Socioterritorial y de la Red Internacional en Inteligencia Territorial. Sus líneas de investigación tratan el estudio de la segregación urbana, la movilidad, la forma de las ciudades. Miembro del SNI. Cuenta con Perfil Deseable DSA-SEP (antes Promep).

LAURA EMILIA QUIROZ ROSAS. Licenciada en Biología por la UAM Xochimilco. Especialista en Geomática por el Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", A.C. Maestra en Ciencias Sociales por la UAM Cuajimalpa. Profesora-investigadora adscrita al Departamento de Ciencias Sociales. Miembro del Laboratorio en Análisis Socioterritorial (LAST) y docente en el Diplomado de Inteligencia Territorial de la UAM Cuajimalpa.

CARLOS ROBERTO JAIMEZ GONZÁLEZ. Licenciado en Computación por la UAM Iztapalapa. Maestro en Tecnologías para Comercio Electrónico y Doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad de Essex, Reino Unido. Profesor-investigador del Departamento de Tecnologías de la Información de la UAM Cuajimalpa. Sus intereses de investigación se centran en las tecnologías y sistemas para apoyar la educación, interoperabilidad en sistemas distribuidos, aplicaciones web y móviles para comercio electrónico, y sistemas multiagente. Premio a la Docencia

otorgado por la UAM en 2011 y 2014, miembro del SNI, nivel C, cuenta con Perfil Deseable DSA-SEP (antes Promep).

SANTIAGO NEGRETE YANKELEVICH. Licenciado en Matemáticas por la UNAM. Doctor en Inteligencia Artificial por la Universidad de Edimburgo. Profesor-investigador del Departamento de Tecnologías de la Información de la UAM Cuajimalpa. Su interés de investigación gira alrededor de los nuevos medios, los procesos de software y la creatividad computacional. Ha sido profesor en distintas universidades, como la UNAM, UAEM y el ITESM; así como consultor en varias empresas de TIC en México y en el extranjero.

*Innovación educativa y apropiación tecnológica: experiencias docentes con el uso de las TIC* de Carlos Roberto Jaimez González, Karen Samara Miranda Campos, Mariana Moranchel Pocaterra, Edgar Vázquez Contreras y Fernanda Vázquez Vela (editores), se terminó de imprimir en la ciudad de México durante el mes de diciembre de 2015. La producción editorial estuvo a cargo de Servicios Editoriales y Tecnología Educativa Prometheus S.A. de C.V. En su composición se usaron tipos Avenir de 9, 11, 14,18 y 31 puntos. Se tiraron 200 ejemplares más sobrantes sobre papel bond de 90 kilogramos. El diseño y formación la realizó Ricardo López Gómez. La corrección de estilo y cuidado de la edición estuvieron a cargo de Hugo Espinoza Rubio.



10 años

2005 – 2015



Casa abierta al tiempo  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Cuajimalpa

coleccion **UAM** década